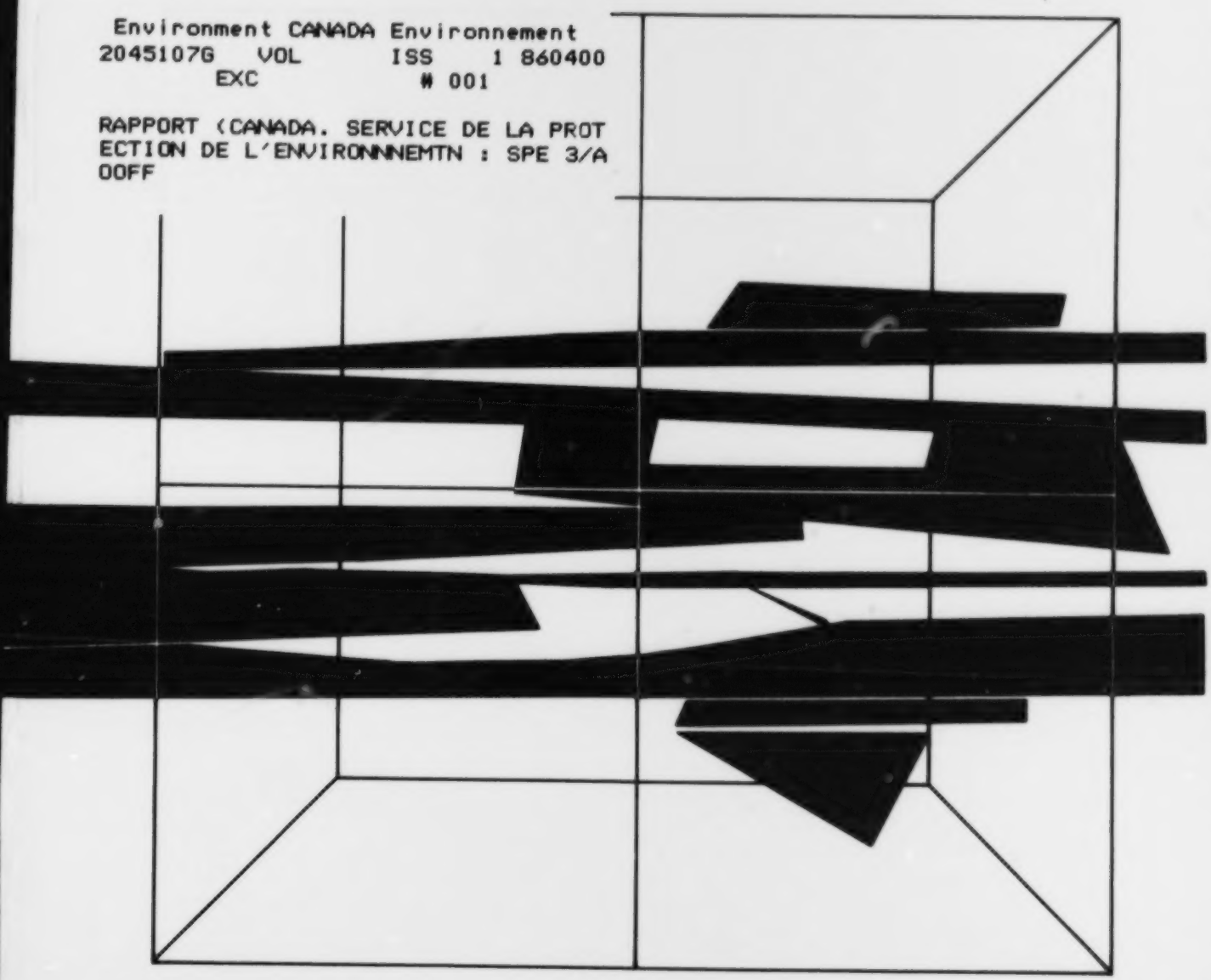
Mise au point et utilisations d'une méthode de lessivage par lots multiples

Rapport SPE 3/AT/1
Avril 1986

Environment CANADA Environnement
20451076 VOL ISS 1 860400
EXC # 001

RAPPORT (CANADA. SERVICE DE LA PROT
ECTION DE L'ENVIRONNNEMTN : SPE 3/A
00FF



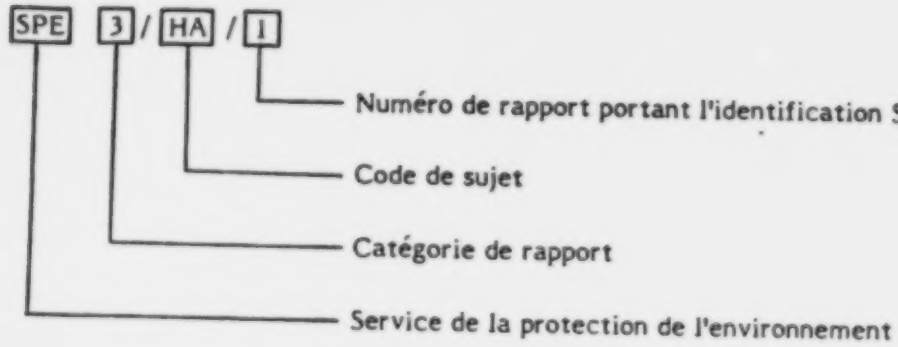
Environnement Canada Environment Canada

Canada

86-04831/

RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotage:



Catégories	
1	Règlements/Lignes directrices/ Codes de procédure
2	Consultation publique: évaluation des problèmes, options de contrôle
3	Recherche et développement technologique
4	Revues de la documentation
5	Relevés
6	Évaluations des impacts sur l'environnement
7	Surveillance
8	Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9	Guides

Sujets	
AG	Agriculture
AP	Polluants atmosphériques
AT	Toxicité aquatique
CC	Produits chimiques commerciaux
CE	Consommateurs et l'environnement
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Chimie inorganique
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions du Nord
PF	Papier et fibres
PG	Production de l'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
SP	Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthode de référence normalisée
TS	Systèmes de transport
UP	Pollution urbaine

Sujets et codes additionels sont introduits au besoin. Une liste de rapports du SPE peut être obtenue en s'adressant à la Section des publications, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 1C8.

MISE AU POINT ET UTILISATIONS D'UNE MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES

T.W. Constable et P.L. Côté
Centre technique des eaux usées
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada

Rapport SPE 3/AT/1
Avril 1986

Publication distribuée
par les Services techniques, Service de la protection de l'environnement
Ministère de l'Environnement
Hull, K1A 1C8

Édition française de
Development and Applications of a Multiple-Batch Leaching Procedure
préparée par le Module d'édition française,
Service de la protection de l'environnement,
Environnement Canada

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1986
N° de cat. En 49-12/3-1F
ISBN 0-662-93695-7
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

COMMENTAIRES

Les lecteurs qui veulent faire part de leurs commentaires sur le contenu du présent rapport peuvent s'adresser à:

T.W. Constable ou P.L. Côté
Service de la protection de l'environnement
Centre technique des eaux usées
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

RÉSUMÉ

Des études préalables ont été effectuées pour déterminer les conditions d'essai d'une méthode de lessivage par lots multiples permettant d'évaluer le rendement du lessivage de divers résidus. Le présent rapport décrit les résultats de l'application de cette méthode à ces résidus. La méthode de lessivage utilisée comprenait six extractions par lots réalisées avec trois agents de lessivage différents (de l'eau distillée, une solution acide tamponnée à pH 4,5, et le lessivat* synthétique d'une décharge municipale), avec deux rapports liquide-solide différents (4/1 et 20/1). Une vaste gamme de conditions de lessivage a été retenue pour simplifier les comparaisons avec les résultats d'autres essais de lessivage et pour déterminer les variations possibles de la capacité de lessivage de divers types de résidus dans différentes conditions d'essai.

---

* Dans le présent texte, le terme "lessivat" désigne le produit de lessivage.

ABSTRACT

Preliminary studies were conducted to determine the test conditions in a multiple-batch leaching procedure used to evaluate waste leachability. The results of applications of this procedure to a variety of wastes are described in this report. The leaching procedure comprised six batch extractions using three different leaching media (distilled water, an acid solution buffered at pH 4,5, and a synthetic municipal landfill leachate) at two liquid-to-solid ratios (4:1 and 20:1). A wide range of leaching conditions was selected to simplify comparisons with the results of other leaching tests and to indicate potential changes in the leachability of a waste under different test conditions.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ		iv
ABSTRACT		v
LISTE DES FIGURES		vii
LISTE DES TABLEAUX		viii
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS		ix
1	INTRODUCTION	1
2	VARIATIONS ENREGISTRÉES LORS D'ESSAIS DE LESSIVAGE EN DISCONTINU	4
2.1	Agent de lessivage	4
2.2	Rapport liquide-solide	7
2.3	Temps d'élution	9
2.4	Nombre d'élutions	9
2.5	Surface de contact	11
2.6	Techniques d'agitation	11
2.7	Préparation de l'échantillon	12
3	MISE AU POINT D'UNE MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES (MLLM)	13
3.1	Évaluation des conditions de l'essai de lessivage	13
3.2	Résultats et commentaires	16
3.2.1	Expérience 1 : méthodes d'agitation	16
3.2.2	Expérience 2 : tamisage	19
3.2.3	Expérience 3 : modes de libération de contaminant en fonction du temps	22
3.2.4	Expérience 4 : agents de lessivage	24
3.2.5	Expérience 5 : séparation liquide-solide	24
3.3	Méthode de lessivage par lots multiples	27
3.4	Comparaison avec d'autres essais de lessivage	28
4	RÉSULTATS DES APPLICATIONS DE LA MLLM	30
4.1	Tendances observées	30
4.1.1	Effet de l'agent de lessivage sur le pH du lessivat	31
4.1.2	Effet du rapport liquide-solide sur la libération de contaminant	34
4.1.3	Capacité de lessivage de certains polluants prioritaires dans diverses conditions expérimentales	35
4.2	Résumé	42
RÉFÉRENCES		46
ANNEXE I : MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPES		47
ANNEXE II: RÉSULTATS DES ESSAIS DE LESSIVAGE		57

LISTE DES FIGURES

1	MODE D'ENTRAÎNEMENT LORS D'UN ESSAI DE LESSIVAGE DE DURÉE AVEC DES RÉSIDUS DE TACONITE	10
2	COMPARAISON DES MÉTHODES D'AGITATION	18
3	VARIATIONS DE LA CONCENTRATION DE CUIVRE ET DU pH EN FONCTION DU TEMPS DANS L'EXPÉRIENCE 3	23
4	pH DU LESSIVAT POUR LES TROIS AGENTS DE LESSIVAGE AVEC DES RAPPORTS LIQUIDE-SOLIDE DE 4/1 et 20/1	33
5	HISTOGRAMMES DE FRÉQUENCE RELATIVE POUR LE TAUX DE LIBÉRATION DE SUBSTANCES CONTAMINANTES À R = 20/1, PAR RAPPORT À R = 4/1	36
6	CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CADMIUM (ÉCHANTILLON 14)	38
7	CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE PLOMB (ÉCHANTILLONS 13 ET 20)	39
8	CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE ZINC (ÉCHANTILLONS 14 ET 20)	40
9	CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CYANURE (ÉCHANTILLON 14)	41
10	CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CHROME (ÉCHANTILLONS 2, 14 et 15)	43
11	CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CUIVRE (ÉCHANTILLONS 1, 15 ET 20)	44

LISTE DES TABLEAUX

1	RÉSUMÉ DES CONDITIONS D'ESSAIS EXISTANTS DE LESSIVAGE	5
2	MILIEUX DE LESSIVAGE POUR DIVERS TYPES DE DÉCHARGES	6
3	COMPOSITION CHIMIQUE DE DIVERS AGENTS DE LESSIVAGE	8
4	RÉSUMÉ DES VARIABLES EXPÉRIMENTALES	14
5	CARACTÉRISTIQUES DES BOUES BRUTES	16
6	DESCRIPTION DES MÉTHODES D'AGITATION	17
7	TAILLE DES PARTICULES	17
8	RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE D'ANALYSE FACTORIELLE 2^5	20
9	COEFFICIENTS OBTENUS À PARTIR D'UNE ANALYSE DE RÉGRESSION DE L'EXPÉRIENCE DE SÉLECTION	21
10	COMPARAISON DES RÉSULTATS AVEC DIFFÉRENTS AGENTS DE LESSIVAGE	24
11	RÉSULTATS DE L'ANALYSE FACTORIELLE 2^3 POUR LA SÉPARATION LIQUIDE-SOLIDE	25
12	COEFFICIENTS OBTENUS À PARTIR DE L'ANALYSE DE RÉGRESSION DE LA SÉPARATION LIQUIDE-SOLIDE	26
13	POURCENTAGE DE CUIVRE DANS LE LESSIVAT, INITIALEMENT PRÉSENT DANS LA FRACTION DE LIQUIDE LIBRE DE LA BOUE	27
14	CARACTÉRISTIQUES DES SIX EXTRACTIONS EMPLOYÉES DANS LA MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES	28
15	ÉCHANTILLONS ANALYSÉS PAR LA MÉTHODE DE LESSIVAGE À LOTS MULTIPLES	32

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Conclusions

1. La plupart des méthodes d'agitation appliquées aux essais actuels de lessivage par lots ne permettent pas d'obtenir un contact efficace entre le liquide et les solides, ou sont trop brusques et provoquent la fragmentation des particules solides. La rotation lente (2 t/mn à 3 t/mn) d'une bouteille carrée, couchée horizontalement, s'est révélée une méthode de brassage satisfaisante.
2. Un temps de mélange de 24 heures semble suffisant pour atteindre l'équilibre entre la plupart des résidus et les solutions de lessivage.
3. Lorsqu'un type de résidu est soumis à un lessivage à l'eau distillée, le pH d'équilibre du produit de lessivage est fonction de l'alcalinité ou de l'acidité de ce résidu. Lorsqu'un résidu est lessivé avec une solution acide, le pH du produit de lessivage est à la fois fonction du pouvoir tampon de ce résidu et de la quantité d'acide présente dans la solution de lessivage et pouvant réagir avec le résidu.
4. L'augmentation du rapport liquide-solide, dans le cas de l'utilisation d'eau distillée comme agent de lessivage, a peut d'effet sur le pH d'équilibre d'un lessivat. Les différences de concentration du contaminant correspondant au rapport maximal liquide-solide sont fréquemment dues à la dilution.
5. L'augmentation du rapport liquide-solide lorsqu'une solution acide est utilisée comme agent de lessivage accroît la quantité d'acide en contact avec le résidu, et rapproche le pH d'équilibre de celui de la solution de lessivage. Cela peut avoir comme effet d'augmenter ou de diminuer la libération de contaminant selon le déplacement du pH et la nature des contaminants.
6. Pour certains contaminants et résidus, il existe de bonnes corrélations entre le logarithme de la quantité de contaminant libérée et le pH final du lessivat, ainsi qu'entre le logarithme de la quantité de contaminant libérée et la quantité d'acide dans la solution de lessivage. L'absence de corrélation dans certains cas semble être partiellement due au pouvoir apparent qu'a le lessivat synthétique des décharges municipales de former des complexes avec certains contaminants, et de porter leur taux de libération au-delà de la valeur prévisible fondée sur les seules considérations de pH et de solubilité.
7. Les résultats de la méthode de lessivage par lots multiples (MLLM) sont utiles pour comparer la capacité de lessivage de divers résidus dans les mêmes conditions

d'essai, mais ils ne peuvent servir à prédire la capacité de lessivage à long terme de ces résidus lorsqu'ils sont déchargés sur le terrain.

Recommandations

1. Les trois extractions par lots avec un rapport liquide-solide de 4/1 devraient être exclues de toute utilisation future de la MLLM, car le plus souvent elles n'apportent qu'un faible complément d'information sur la capacité de lessivage des résidus, comparativement aux extractions effectuées avec un rapport de 20 à 1.
2. Dans les cas où les résidus ne peuvent pas être éliminés avec les déchets municipaux, l'extraction avec le lessivat synthétique des décharges municipales ne devrait pas être pratiquée.
3. La MLLM (avec les modifications ci-dessus) devrait être utilisée dans les études de lessivage futures comme essai de séparation préalable pour l'obtention d'informations sur la capacité de lessivage d'un résidu par rapport à un autre dans les mêmes conditions expérimentales.

1 INTRODUCTION

Si on considère le grand nombre et l'immense variété de résidus industriels qui sont actuellement produits, ainsi que le grand nombre et la dispersion des points de production et d'élimination, il est évident qu'une évaluation cas par cas des dangers liés à l'élimination d'un résidu particulier dans une décharge donnée est impossible. Cependant, le risque de contamination de l'environnement impose de recourir à une certaine méthodologie pour évaluer l'étendue possible de la libération d'un contaminant dans un terrain servant à l'élimination de résidus. Jusqu'à maintenant, cette méthodologie consistait en essais de lessivage en laboratoire.

Des essais de lessivage peuvent être effectués à différentes fins. Par exemple, ils peuvent servir à déterminer si un résidu est dangereux, à mesurer l'efficacité d'une technique de stabilisation, ou encore à caractériser le lessivat formé à partir d'un résidu (pour l'évaluation du risque de contamination de l'eau souterraine, ou pour la mise au point d'un système de traitement du lessivat). Généralement, les études de lessivage peuvent être abordées de deux façons différentes. Le choix de l'une ou l'autre méthode dépend du but recherché par l'essai.

Une première façon de procéder consiste à opter pour un essai normalisé qui permettra une étude comparative des résultats inter-laboratoires sur une base commune, ainsi que l'obtention d'un critère uniforme d'évaluation des différents résidus. L'essai normalisé permettra également d'acquérir une base de données pour comparer des informations recueillies en laboratoire et sur le terrain. Un mode opératoire précis est adopté pour tous les résidus, quel que soit le lieu d'élimination, et tous les résidus sont traités selon le même principe de base. Ce mode opératoire doit être défini de façon précise et donner des résultats reproductibles; enfin, il doit être rapide, peu coûteux et universellement applicable. Parmi les exemples d'essai normalisé, citons la méthode d'extraction de l'EPA (qui sert aussi en partie à classifier les résidus dangereux) (EPA, États-Unis, 1980).

On peut aussi faire les essais dans des conditions se rapprochant le plus possible de celles existant sur le lieu d'élimination. On vise alors à évaluer le risque représenté par un résidu particulier, dans le contexte d'une opération réelle d'élimination sur le terrain. Une décision fondée sur un essai localisé mène donc à des résultats plus concluants que ceux provenant d'un essai normalisé. Par contre, l'essai localisé demande plus de temps et plus d'argent, et il ne permet pas de constituer une base de données ou de comparer différents résidus selon les mêmes bases.

Un essai de lessivage peut donc servir à classifier les résidus ou à prédire la qualité du lessivat. Lorsqu'un essai sert à la classification d'un résidu (par ex. classification en "dangereux" ou "non dangereux"), une méthode normalisée s'impose, du fait qu'elle permet la comparaison entre les laboratoires et assure une meilleure reproductibilité des résultats. Dans le cas d'un essai qui sert à prédire la qualité du lessivat dans les conditions particulières du terrain, il faut rendre les conditions de l'essai aussi proches que possible de celles du terrain.

Une multitude de méthodes d'essais de lessivage ont été proposées, mais il n'existe aucune uniformité en ce qui concerne les conditions des essais, et il n'y a pas unanimité sur l'adoption d'une méthode normalisée (Lowenback, 1978). En outre, un grand nombre de caractéristiques environnementales importantes, propres à un terrain utilisé pour l'élimination, ne peuvent être reproduites facilement en laboratoire. Cette impossibilité s'explique principalement par le fait qu'un essai normalisé et un essai localisé ont une durée différente. Par commodité, de nombreux chercheurs tentent souvent de condenser plusieurs années de lessivage en une courte période en utilisant un rapport liquide-solide élevé. Cette réduction du temps de lessivage ne permet pas de reproduire la cinétique de libération d'un polluant dans une décharge, et elle oblige le chercheur à négliger les facteurs de lessivage sur le terrain qui sont fonction du temps, comme l'activité microbienne, les variations de température et les interactions possibles entre les résidus. Ces limitations inhérentes aux essais de lessivage en laboratoire doivent être prises en considération, et il faut en tenir compte lors de l'interprétation des résultats.

Les essais de lessivage peuvent généralement être classés en essais sur colonne ou en essais par lots (ou en discontinu). Dans les premiers, les résidus sont introduits dans une colonne, à travers laquelle on fait passer un agent de lessivage approprié. L'atténuation par le sol peut être modélisée en ajoutant une couche de sol à la base de la colonne. Les essais par lots consistent à agiter pendant une durée donnée un échantillon de résidus auquel on a ajouté une quantité de liquide déterminée d'avance. On peut procéder à plus d'une élution et remplacer à chaque élution soit le résidu, soit le liquide de façon à obtenir les informations voulues sur la concentration maximale ou le taux maximal de libération de contaminants. Bien que par rapport aux essais en discontinu les essais sur colonne aient souvent été considérés comme plus représentatifs des conditions existant sur le terrain, leur emploi a souvent été critiqué en raison de leur durée, qui peut aller de plusieurs semaines à plusieurs mois, et mener à des résultats souvent différents, malgré que les essais aient été effectués dans des conditions identiques. Ce dernier problème résulte parfois de la formation de canaux, d'un tassement non uniforme des résidus, du colmatage,

ou de la croissance biologique. Comparativement, les essais en discontinu sont plus rapides et plus simples. Les résultats d'essais multiples effectués sur un échantillon donné sont plus faciles à reproduire que dans le cas des colonnes, car les conditions de l'essai peuvent être étroitement contrôlées pendant un intervalle de temps relativement court. C'est la raison pour laquelle la plupart des travaux récents consacrés aux essais de lessivage ont été effectués en discontinu.

En 1980, le Centre technique des eaux usées (CTEU) de Burlington (Ontario) a entrepris d'étudier divers aspects du lessivage en discontinu (Côté et Constable, 1981, 1982, 1983). Après consultation de la documentation, on a pu caractériser les conditions dont l'étude méritait d'être poursuivie, et une série d'expériences a été entreprise pour évaluer l'effet de diverses conditions expérimentales sur la libération de contaminants que contiennent des résidus. Les résultats de ces travaux ont été par la suite appliqués à une méthode de lessivage en discontinu qui est appelée ici méthode de lessivage par lots multiples (MLLM). La MLLM comprend six extractions en discontinu, avec trois agents de lessivage différents et deux rapports liquide-solide. Une vaste gamme de conditions d'essai a été retenue de façon à simplifier les comparaisons avec les résultats d'autres essais de lessivage et à déceler les variations possibles du taux de lessivage d'un résidu en fonction de différentes conditions expérimentales.

La MLLM a été utilisée pour divers types de résidus provenant des diverses régions du Canada, afin de constituer une base de données normalisées sur la capacité de lessivage des résidus. Cette base de données permet de comparer la capacité de lessivage de différents résidus dans les mêmes conditions expérimentales et elle facilite la comparaison avec les résultats obtenus avec d'autres méthodes de lessivage, y compris celles proposées par l'ASTM (1979) et l'EPA (États-Unis, 1980).

Le présent rapport décrit les études préalables qui ont permis de déterminer les six modes d'extraction, utilisés dans la méthode de lessivage par lots multiples (MLLM), et il présente les résultats de l'application de la MLLM à différents résidus.

2 VARIATIONS ENREGISTRÉES LORS D'ESSAIS DE LESSIVAGE EN DISCONTINU

L'EPA (Lowenbach, 1978, États-Unis) a effectué une étude partielle des essais de lessivage en discontinu. Les résultats de trente essais, représentant une vaste gamme de conditions expérimentales, ont été examinés (tableau 1). On a ainsi constaté que les conditions et les méthodes expérimentales étaient souvent choisies en fonction du matériel de laboratoire disponible (par ex. agitateur, bouteilles), ainsi que du type de résidus soumis aux essais. De nombreux essais ont été mis au point en modifiant les anciennes techniques employées, afin de satisfaire à des besoins particuliers.

2.1 Agent de lessivage

Le choix d'un agent de lessivage doit tenir compte des conditions prévisibles dans la décharge, ainsi que du type de substance chimique qui proviendra du résidu sous l'effet du lessivage. Par exemple, la plupart des métaux sont solubilisés par une solution acide, alors que les produits chimiques organiques sont entraînés plus facilement par lessivage en milieu basique.

Ham *et al.*, (1979a) ont caractérisé trois situations pour les décharges, qui pourraient constituer des extrêmes en ce qui concerne la composition de la solution de lessivage (tableau 2). Lorsqu'un type de résidu est éliminé dans une décharge avec des quantités relativement faibles d'autres résidus, l'agent de lessivage se trouve à être de l'eau de pluie (après son passage à travers la couche de couverture du sol) dans les couches supérieures du résidu, et en lessivat provenant du résidu, dans les couches inférieures. Si le résidu est éliminé avec des déchets municipaux, l'agent de lessivage peut avoir les caractéristiques d'un lessivat de décharge municipale. Si le résidu est éliminé avec d'autres résidus industriels, la composition de l'agent de lessivage peut être extrêmement variable. Par conséquent, selon les caractéristiques de la décharge, la composition de l'agent de lessivage approprié peut varier et aller d'un lessivat synthétique, modélisé d'après le lessivat d'une décharge municipale en décomposition active, à un milieu plus ou moins proche de l'eau distillée.

Une des façons d'évaluer ces fortes variations est de déterminer "l'agressivité" de l'agent de lessivage, autrement dit sa capacité à extraire les constituants chimiques que contiennent des résidus. Un agent de lessivage non agressif, comme l'eau distillée, permet aux résidus de constituer leur propre environnement de lessivage, alors qu'une solution chimique forte ou un lessivat synthétique déterminent directement cet environnement. Par exemple, des résidus renfermant de petites quantités d'un sel basique

lessivable augmentent le pH d'un lessivat par eau distillée, et seules les substances solubles en milieu basique se retrouveront dans le lessivat. Inversement, l'utilisation d'une solution acide fortement tamponnée entraînera probablement la neutralisation du sel basique, le pH demeurant acide. Dans le premier cas, ce sont les résidus qui déterminent le pH de la solution, alors que dans le second, c'est l'agent de lessivage qui constitue le facteur déterminant.

TABLEAU 1 RÉSUMÉ DES CONDITIONS D'ESSAIS EXISTANTS DE LESSIVAGE

Agents de lessivage (agent type: eau distillée)

- eau (distillée, déionisée, eau de pluie)
- eau dont le pH est ajusté (à pouvoirs tampons différents)
- liquide spécifique au terrain
- produit de lessivage synthétique de décharge municipale
- milieux bactériens nutritifs

Rapport liquide-solide (rapport type: 10/1)

- 1/1 à 500/1

Temps d'élution (temps type: 24 heures)

- 1/2 heure à 28 jours

Nombre d'élutions (nombre type: 1)

- 1 à 10

Préparation du solide (préparation type: tel que reçu)

- tel que reçu
- broyé et tamisé
- séché
- filtré sous vide (0,45 µm)

Taille de l'échantillon solide (taille type: 100 g)

- 1 à 500 g

Méthode d'agitation (méthode type: brassage)

- aucune
- à l'aide d'un agitateur
- brassage: à mouvement alternatif, circulaire ou hélicoïdal
- barbotage

Température (type: ambiante)

- 20 °C à 33 °C

TABLEAU 2 MILIEUX DE LESSIVAGE POUR DIVERS TYPES DE DÉCHARGES (Ham *et al.*, 1979a)

Type de décharge	Solution de lessivage
Décharge à type de résidu unique	Eau distillée, déionisée, ou lessivat issu des résidus mêmes
Décharge municipale	Lessivat de la décharge de déchets municipaux
Décharge industrielle	Lessivat basé sur les caractéristiques des résidus de la décharge

L'agressivité de l'agent de lessivage est fonction de plusieurs caractéristiques, dont les suivantes:

a) *pH.* - La valeur du pH et le pouvoir tampon qui maintient cette valeur sont toutes les deux importantes. La plupart des agents de lessivage qui existent dans l'environnement sont acides. Le pH de la pluie qui tombe en Ontario varie de 4,0 à 6,0, et il est déterminé par les systèmes de nitrate, sulfate et carbonate. Le lessivat d'une décharge de déchets municipaux en décomposition active peut atteindre des pH de 4,0 à 4,5, et subir fortement l'effet tampon des acides volatils (Stanford *et al.*, 1979).

b) *Potentiel rédox.* - Le potentiel rédox est une mesure du pouvoir oxydant et(ou) réducteur d'un système. Il détermine, en partie, les conditions aérobie ou anaérobie dans lesquelles la substance peut être lessivée. Les réactions d'oxydo-réduction jouent un rôle important dans la solubilisation du fer et du manganèse. Dans une décharge, l'activité bactérienne a une influence primordiale sur la valeur du potentiel rédox.

c) *Capacité de formation de complexes.* - Il s'agit de la formation de complexes à partir d'un ion métallique et d'un ion négatif. De nombreux et différents ligands (ou coordinats), tant organiques que minéraux, peuvent former des complexes avec les métaux et les entraîner par lessivage hors des résidus. Les composés organiques, renfermant de l'azote, de l'oxygène ou du soufre, avec la configuration appropriée, peuvent être des agents très efficaces pour former des complexes.

d) *Force ionique.* - La force ionique peut influer sur le lessivage de substances de trois façons, à savoir: 1° par augmentation de la solubilité, due à l'abaissement des coefficients d'activité; 2° par échange ionique, qui remplace un ion fixé à un emplacement propice à l'échange ionique par un des ions les plus abondants dans la solution; 3° par

diminution de la taille de la double couche autour des particules colloïdales et par activation de la coagulation.

Ces propriétés d'agressivité ne sont pas toutes d'égale importance en ce qui concerne l'entraînement par lessivage des substances chimiques que contient un type de résidu. Des agents de lessivage synthétiques ont été mis au point; ils modélisent une ou plusieurs de ces propriétés. Par exemple, des chercheurs de l'université du Wisconsin ont obtenu des agents synthétiques de lessivage de décharge en modélisant la co-élimination d'un résidu avec les déchets d'une décharge municipale (Stanforth *et al.*, 1979). Le principal avantage de l'utilisation d'un agent de lessivage synthétique consiste en une représentation plus réaliste des conditions de lessivage qui peuvent se présenter réellement dans une décharge. Il y a aussi le fait que, lors d'un essai de courte durée, il est préférable d'utiliser un agent agressif, qui déterminera le milieu de lessivage. Parmi les inconvénients, on peut citer un travail plus important en laboratoire, le risque d'introduction d'impuretés chimiques qui peuvent fausser les résultats de l'essai, et la toxicité de l'agent de lessivage pour les poissons, ce qui exclut complètement tout essai biologique. Le tableau 3 présente la composition chimique de plusieurs agents de lessivage.

2.2 Rapport liquide-solide

Le rapport liquide-solide (R) utilisé dans les essais par lots peut varier de 1/1 à 500/1, le rapport pour un essai type étant généralement de 10/1. Mais, les valeurs R figurant dans la documentation sont souvent difficiles à comparer en raison des différentes interprétations données à la fraction liquide d'un résidu et du rôle de cette fraction dans le rapport.

Il existe six façons de définir R. La fraction liquide d'un échantillon de résidu peut être définie comme étant la différence entre le poids humide et le poids sec de l'échantillon, ou encore la quantité d'eau séparable par filtration. En outre, la fraction liquide peut être considérée dans le rapport comme étant (*a*) une partie du résidu, (*b*) une partie de la solution de lessivage, ou (*c*) aucune des deux, comme le montrent les équations suivantes:

$$R = \frac{L}{W + S} \qquad (1)$$

$$R = \frac{L + W}{S} \qquad (2)$$

$$R = \frac{L}{S} \qquad (3)$$

où: L = liquide ajouté en tant qu'agent de lessivage

W = fraction liquide du résidu (qui peut être interprété de deux façons différentes)

R = fraction solide du résidu (complément de la fraction liquide)

Dans les cas où un résidu renferme une quantité importante de liquide (par exemple, les boues de traitement d'eaux usées), la méthode employée pour calculer R peut avoir un effet non négligeable sur les résultats de l'essai. Cet effet est d'autant moins important que la valeur choisie pour R augmente.

TABLEAU 3 COMPOSITION CHIMIQUE DE DIVERS AGENTS DE LESSIVAGE

Agent de lessivage	Symbole	Produits chimiques	Concentrations (M)
1. Eau distillée	ED		
2. Solution acide (ASTM, 1979)	SA1	Acide acétique Acétate de sodium	0,082 0,045
3. Solution acide (acidité maximale obtenue par technique d'extraction EPA) (U.S. EPA, 1980)	SA2	Acide acétique Acétate de sodium	0,20 0,11
4. Lessivat synthétique, anaérobie (Stanforth *et al.*, 1979)	LS1	Acide acétique Acétate de sodium Glycine Pyrogallol Sulfate ferreux	0,15 0,15 0,05 0,008 0,024
5. Lessivat synthétique, aérobie (Stanforth *et al.*, 1979)	LS2	Acide acétique Acétate de sodium Glycine Acide salicylique	0,15 0,15 0,05 0,007
6. Lessivat synthétique (Anon., 1977)	LS3	Acide acétique Acide propionique Acide butyrique Acide valérique Acétate de magnésium Sulfate de potassium Chlorure de calcium Chlorure d'ammonium	0,066 0,041 0,114 0,029 0,033 0,016 0,050 0,103

Le choix d'une valeur appropriée pour R est fonction de considérations pratiques, comme le type d'appareil d'agitation dont dispose le laboratoire et le volume de lessivat nécessaire pour l'analyse. Le rapport doit être assez élevé pour ne pas restreindre la libération du contaminant limitatif dans la solution de lessivage en raison de contraintes de solubilité, mais il doit être assez bas pour donner des concentrations supérieures à la limite de détection de l'appareil d'analyse. L'étude des essais effectués montre qu'un rapport situé entre 4/1 et 20/1 répond généralement à toutes ces conditions.

2.3 Temps d'élution

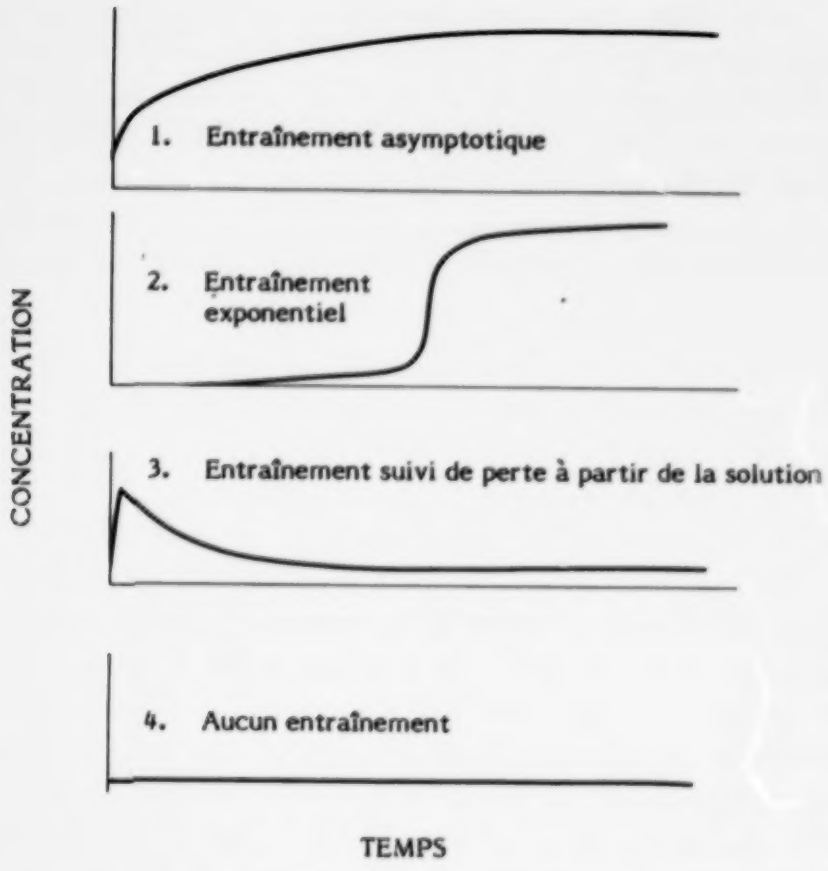
La concentration d'une substance chimique dans la solution de lessivage est fonction du temps d'élution requis pour atteindre l'équilibre. Lee et Plumb (1974) ont observé quatre modes d'entraînement (ou de libération) lors d'une étude de lessivage d'une durée de 500 jours avec des résidus de taconite (figure 1).

Non seulement les temps d'équilibre variaient largement entre les divers paramètres, mais dans certains cas, il y a eu une série de réactions, avec apparition de concentrations maximales, suivies de la diminution de ces mêmes concentrations. La diversité des modes d'entraînement observés montre qu'aucun temps d'élution n'est optimal pour tous les résidus. Les résultats ont également montré qu'un temps d'élution de quelques heures (par opposition à quelques jours) devrait être suffisant pour permettre à tous les contaminants libérables d'approcher l'état d'équilibre dans le lessivat.

Le choix du temps d'élution est souvent dicté par des considérations pratiques. Il doit être assez long pour permettre aux substances à dissolution rapide d'atteindre l'équilibre. Un essai très court (par ex. de moins de 2 heures) n'est pas conseillé en raison de la variabilité des résultats induite par les manipulations en laboratoire. L'agent de lessivage et le résidu sont en contact avant et après la période d'agitation, pendant une période qui dépend du nombre de bouteilles employées et de l'habileté du technicien. Ce temps peut aller de quelques minutes à une heure; il ne doit pas être du même ordre de grandeur que le temps d'élution. En outre, le temps d'élution doit convenir au personnel. Si plusieurs élutions sont nécessaires, il faut établir le temps d'élution en fonction des horaires de travail. Ainsi, un temps d'élution pratique serait un nombre entier de jours; beaucoup d'essais de lessivage ont une durée de 24 heures.

2.4 Nombre d'élutions

Pour pouvoir évaluer la dynamique du processus de lessivage, on peut faire plusieurs élutions en remplaçant par une autre soit la phase solide, soit la phase liquide. Des élutions successives peuvent révéler le mode d'entraînement d'un polluant en fonction



DIVERS MODES D'ENTRAÎNEMENT

Exemples:
1. conductivité spécifique, alcalinité, Ca, Mg et autres
2. silice (une étape d'hydrolyse lente est nécessaire pour la solubilisation de Si)
3. perte de Cu, Zn, due soit à l'augmentation du pH de la solution, soit à la réadsorption sur les matières solides
4. plusieurs substances

FIGURE 1 MODES D'ENTRAÎNEMENT LORS D'UN ESSAI DE LESSIVAGE DE LONGUE DURÉE AVEC DES RÉSIDUS DE TACONITE (Lee et Plum, 1974)

du temps, et elles donnent souvent des indications sur les facteurs qui gouvernent cet entraînement. Les élutions successives sont particulièrement importantes lorsque l'entraînement d'un polluant est inhibé par l'entraînement d'un autre. Par exemple, des métaux à l'état de traces contenus dans un résidu possédant un certain pouvoir de neutralisation d'acide ne seront pas lessivés avant que ce même pouvoir soit modifié par l'agent de lessivage. Si l'essai se termine avant ce changement, le lessivage des métaux à l'état de traces peut échapper au chercheur.

Le remplacement des résidus lors d'élutions successives permet d'obtenir des informations sur la concentration maximale des substances en solution. Le remplacement du liquide lors d'élutions successives permet d'évaluer le taux d'entraînement maximal des substances chimiques dans les conditions de l'essai. Les résultats peuvent être exprimés par le rapport de la masse de contaminant entraînée lors du lessivage à la masse initialement présente dans les résidus.

2.5 Surface de contact

La granulométrie des résidus détermine la surface de contact entre les résidus et la solution de lessivage. La surface de contact ne devrait pas normalement modifier les concentrations d'équilibre des substances chimiques présentes dans le lessivat, mais elle peut avoir des effets très nets sur la cinétique de libération de ces substances. L'importance de ce facteur est fonction de la perméabilité des résidus et des conditions de l'essai, tels la méthode d'agitation et le temps d'élution. Trois phénomènes peuvent restreindre la vitesse de dissolution d'une substance: (*a*) la vitesse de la réaction chimique à l'interface liquide-solide; (*b*) la diffusion des produits à partir de la surface; (*c*) le remplacement des substances à l'interface liquide-solide par diffusion à travers les résidus. Si l'un des facteurs 1 ou 3 détermine la dissolution, le rapport entre la surface de contact et le volume des résidus devient alors très important.

2.6 Techniques d'agitation

La méthode d'agitation est importante, car elle détermine le degré de contact entre l'agent de lessivage et les résidus. Parmi les méthodes existantes, on peut citer le brassage, l'agitation ou le barbotage d'un gaz à travers le contenant. Une méthode d'agitation efficace doit répondre aux critères suivants: (*a*) toute la surface des résidus doit être en contact avec l'agent de lessivage; (*b*) la technique de mélange doit empêcher toute stratification dans la bouteille; (*c*) la structure physique des résidus doit être préservée.

La première condition élimine les méthodes habituelles d'agitation (par ex., les agitateurs à va-et-vient et ceux à mouvement hélicoïdal, dans lesquels le résidu demeure au fond de la bouteille, le liquide étant agité au-dessus des résidus). Il est possible d'augmenter la vitesse d'agitation pour assurer un contact efficace, mais cela risque de nuire à la troisième condition.

2.7 Préparation de l'échantillon

Un essai de lessivage, pour pouvoir être reproductible et universellement utilisable, doit normalement comprendre un mode opératoire pour la préparation de l'échantillon. Ce mode opératoire doit permettre un échantillonnage représentatif, la séparation liquide-solide et la réduction granulométrique de résidus monolithiques. La nécessité d'une étape de séparation liquide-solide avant l'essai de lessivage dépend de la méthode choisie pour calculer le rapport liquide-solide et de l'objectif de l'essai. Si le but est de classifier les résidus, la séparation liquide-solide peut être effectuée en veillant particulièrement à améliorer la reproductibilité. Par contre, si l'essai doit servir à prévoir la qualité du lessivat dans une décharge, la fraction liquide peut être considérée comme partie intégrante des résidus, et la séparation liquide-solide n'a plus sa raison d'être.

3 MISE AU POINT D'UNE MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES (MLLM)

3.1 Évaluation des conditions de l'essai de lessivage

Cinq expériences ont été effectuées au CTEU afin de mesurer l'effet des variables de l'essai de lessivage par lots sur la libération des substances contaminantes contenues dans les résidus. Les résultats de ces expériences ont ensuite servi à choisir une série de conditions d'essai qui permettraient de maximiser la reproductibilité et la sensibilité de la méthode, et également de fournir des renseignements sur de nombreux et différents cas de lessivage. Ces cinq expériences ont permis d'étudier la libération de substances contaminantes dans les cas suivants:

a) neuf méthodes différentes d'agitation;

b) une analyse factorielle de niveau 2 pour cinq variables de l'essai: agent de lessivage, rapport liquide-solide, granulométrie, temps d'élution et nombre d'élutions;

c) observation de deux agents de lessivage différents pendant une période de lessivage de 24 heures afin d'évaluer la cinétique de la libération de contaminants;

d) étude de six agents différents de lessivage;

e) séparation liquide-solide d'un échantillon de résidus avant le lessivage.

Le tableau 4 présente un résumé des variables expérimentales utilisées lors de chaque essai. Ont été utilisées: deux boues minérales (ligne 1), à savoir une boue basique de four à oxygène (BOF) provenant d'une aciérie (expérience 1), et une boue d'hydroxyde de métal (MH) provenant du secteur de l'usinage des métaux (pour les quatre autres expériences). Dans les expériences 2, 3 et 4, la boue MH a été solidifiée avant le lessivage, avec du ciment Portland (20 p. 100) et de la chaux (5 p. 100), de façon à pouvoir bien déterminer la taille des particules. Après durcissement de la boue solidifiée pendant 28 jours à l'air, elle a été broyée et tamisée pour obtenir la taille appropriée. Le tableau 5 présente les caractéristiques des boues brutes.

La ligne 2 du tableau 4 présente les techniques d'agitation utilisées pour chaque expérience. Neuf techniques différentes ont été retenues pour la première expérience. Ces techniques sont représentées graphiquement dans la première colonne de la figure 2, et décrites au tableau 6. Ces techniques utilisent un agitateur à mouvement hélicoïdal (A, figure 2), un agitateur à va-et-vient doté de deux vitesses, avec deux tailles de bouteille (B, C et D), un agitateur rotatif à deux vitesses, comportant des bouteilles carrées et rondes (E, F et G), un culbuteur (H) et un agitateur à bras (I). Les résultats de

l'expérience 1 ont incité à choisir la méthode au culbuteur (H) pour les essais ultérieurs. Selon cette méthode, le mélange liquide-solide est soumis à une rotation lente (2 t/mn à 3 t/mn) dans des bouteilles carrées, de telle façon que le résidu culbute lentement à travers le liquide.

TABLEAU 4 RÉSUMÉ DES VARIABLES EXPÉRIMENTALES

Variables		Expérience				
		a) Méthodes d'agitation	*b)* Factorielle à 2 niveaux	*c)* Libération en fonction du temps	*d)* Agent de lessivage	*e)* Séparation liquide-solide
1.	Boues	BOF*	MH_S	MH_S	MH_S	MH
2.	Méthode d'agitation	9 différentes + témoin	Culbuteur	Culbuteur	Culbuteur	Culbuteur
3.	Agent de lessivage	AS1	AS1 (-1)** ED (+1)***	AS1 ED	ED, AS1 AS2, SL1 SL2, SL3	AS1 (-1) ED (+1)
4.	Rapport liquide-solide	10/1	4/1 (-1) 10/1 (+1)	10/1	10/1	4/1 (-1) 20/1 (+1)
5.	Taille des particules (cm)	1,1	0,34 (-1) 2,2 (+1)	0,34	0,34	-
6.	Temps d'élution (h)	24	24 (-1) 48 (+1)	0,5, 1,2 4, 8, 24	24	24
7.	Nombre d'élutions	1	1 (-1) 2 (+1)	1	1	1
8.	Nombre d'essais répétés	3	2	1	2	2
9.	Paramètres mesurés****	Ca, Mg	Cr, Cu, Mg	Cr, Cu, Mg	COT, Cr, Cu, Mg, Zn	Cu, Mg

* BOF = boue basique de four à oxygène; MH = boue d'hydroxyde de métal; MH_S = boue d'hydroxyde de métal solidifiée.

** Les valeurs -1 et +1 indiquent les deux choix pour chaque paramètre dans les expériences factorielles de niveau 2.

*** ED = eau distillée; AS1, AS2 = solutions acides; SL1, SL2, SL3 = agents de lessivage synthétiques.

**** Le pH et la conductivité ont également été mesurés dans chaque expérience.

La ligne 3 du tableau 4 indique les agents de lessivage utilisés dans les expériences. Dans la plupart de celles-ci, c'est de l'eau distillée et l'une des deux solutions acides qui ont été employées. La première des solutions acides, de pH 4,5, était une solution tampon à 82 mé* d'acide par litre, obtenue par addition d'acide acétique et d'acétate de sodium (ASTM, 1979). La seconde solution avait un pouvoir tampon plus grand (200 mé/l), et elle a été préparée de façon à fournir la même quantité d'acidité que la méthode d'extraction de l'EPA (U.S. EPA, 1980), lorsque la quantité maximale d'acide est ajoutée. Dans l'expérience 4, six différents agents de lessivage ont été employés, y compris l'eau distillée, les deux solutions acides, et trois lessivats synthétiques (Stanforth *et al.*, 1979; source anonyme, 1977). Le tableau 3 donne la composition chimique de l'agent. Chacun des six agents de lessivage a été analysé pour y rechercher les teneurs en Cr, Cu, Mg et Zn. Toutes les teneurs en métaux étaient inférieures à la limite de détection, excepté pour Mg dans le produit de lessivage synthétique des Pays-Bas (Anon., 1977). Les essais de lessivage ont été effectués avec des rapports liquide-solide de 4/1, 10/1 et 20/1 (ligne 4). Les rapports ont été calculés grâce à l'équation 3 (section 2.2) pour les quatre premières expériences, et à l'aide de l'équation 1 pour l'expérience 5.

La ligne 5 du tableau 4 présente la taille (diamètre) des particules dans les quatre premières expériences. On a fait passer les résidus à travers deux tamis différents, et ce sont les particules retenues par le tamis inférieur qui ont servi aux expériences (tableau 7). Les diamètres donnés à la ligne 5 (tableau 4) sont la moyenne géométrique des deux calibres de tamis utilisés pour séparer les particules. La séparation granulométrique des particules n'a pas été effectuée lors de l'expérience 5.

Dans la plupart des expériences le temps d'élution a été de 24 heures (ligne 6, tableau 4). Dans l'expérience 2, on a également choisi un temps d'élution de 48 heures, et à l'expérience 3 correspondaient des temps allant de 30 minutes à 24 heures.

Une seule élution a été effectuée dans la plupart des expériences (ligne 7, tableau 4). Dans l'expérience 2, on a procédé à une seconde élution pour comparer la libération de contaminants lors des premiers et seconds contacts des résidus avec des quantités égales d'agent de lessivage frais. La plupart des expériences ont été répétées afin d'évaluer la variance et la signification statistique des résultats (ligne 8, tableau 4).

La ligne 9 (tableau 4) présente les paramètres mesurés dans les lessivats filtrés (0,45 µm), provenant de chaque expérience.

---

* mé: milliéquivalent.

TABLEAU 5 CARACTÉRISTIQUES DES BOUES BRUTES

Paramètres	Boue BOF* µg/g	Pourcentage	Boue MH** µg/g	Pourcentage
Teneur en humidité		37,3		84,8
Résidus fixés à 550 °C		97,3		81,2
Carbone total		10,6		1,5
Carbone organique total		8,9		1,2
Métaux Al	2100		570	
Ca		12,3		7,6
Cd	0,8		44	
Cr	230			7,7
Cu	200			22,3
Fe		45,8		1,2
Mg		2,3		1,7
Mn	8400		200	
Ni	65		110	
Pb	230		2600	
Zn	8400			6,3

* Boue basique de four à oxygène: moyenne de 2 analyses.
** Boue d'hydroxyde de métal: moyenne de 3 analyses.

3.2 Résultats et commentaires

3.2.1 Expérience 1: méthodes d'agitation. - La première expérience a eu pour but de trouver une méthode d'agitation convenant à toutes les expériences ultérieures. Neuf méthodes d'agitation ont été évaluées pour déterminer si elles satisfaisaient aux trois critères mentionnés à la section 2.6, et pour déterminer leur reproductibilité (essais triples), ainsi que les différences entre les résultats obtenus par agitation et ceux provenant d'un témoin ("J", tableau 6). Le témoin n'a pas été agité, excepté pendant une minute, à la main, au début et à la fin de la période d'élution de 24 heures.

La figure 2 présente les résultats pour quatre des paramètres mesurés dans chacun des lessivats (pH, conductivité, Ca et Mg). Les études comparatives de l'intervalle des mesures faites en triple pour chaque paramètre, ainsi que des différences entre les résultats obtenus par chacune des techniques et à l'aide du témoin, montrent que certaines des méthodes d'agitation sont plus faciles à reproduire et plus agressives que d'autres.

TABLEAU 6 DESCRIPTION DES MÉTHODES D'AGITATION

Méthode	Appareil d'agitation	Vitesse	Type de bouteille (litres)
A	Mouvement hélicoïdal	1 sur une échelle de 0 à 10	Erlenmeyer, 1
B	Va-et-vient	65 va-et-vient/mn	Ronde, 1
C	Va-et-vient	65 va-et-vient/mn	Ronde, 1,75
D	Va-et-vient	130 va-et-vient/mn	Ronde, 1
E	Rotatif	60 t/mn	Carrée, 1
F	Rotatif	80 t/mn	Ronde, 1
G	Rotatif	80 t/mn	Carrée, 1
H	Culbuteur	2,5 t/mn	Carrée, 0,5 à 1,0
I	Agitateur à bras	60 t/mn	Bécher, 1,75
J	Témoin*		Ronde, 1

* Pour le témoin, on s'est limité à une minute d'agitation manuelle au début et à la fin de la période d'élution de 24 heures.

TABLEAU 7 TAILLE DES PARTICULES

Taille nominale des particules (cm)	Calibre des tamis		Valeur calculée de la surface par unité volumique* (cm^{-1})
	Petit (cm)	Grand (cm)	
0,34	0,238	0,475	0,36
1,1	0,475	2,57	3,80
2,2	1,9	2,54	15,2

* En supposant que chaque particule est sphéroïde.

Les méthodes qui, pour la plupart des paramètres, ont donné des résultats différents de ceux obtenus avec le témoin sont A, D, H et I. Mais les méthodes A, D et I ont été jugées inacceptables en raison de la trop forte agitation, qui causait la fragmentation des particules de résidus. La méthode H, avec un culbuteur, est celle qui répondait le mieux aux critères imposés pour une méthode d'agitation acceptable, et elle a été utilisée dans les expériences ultérieures.

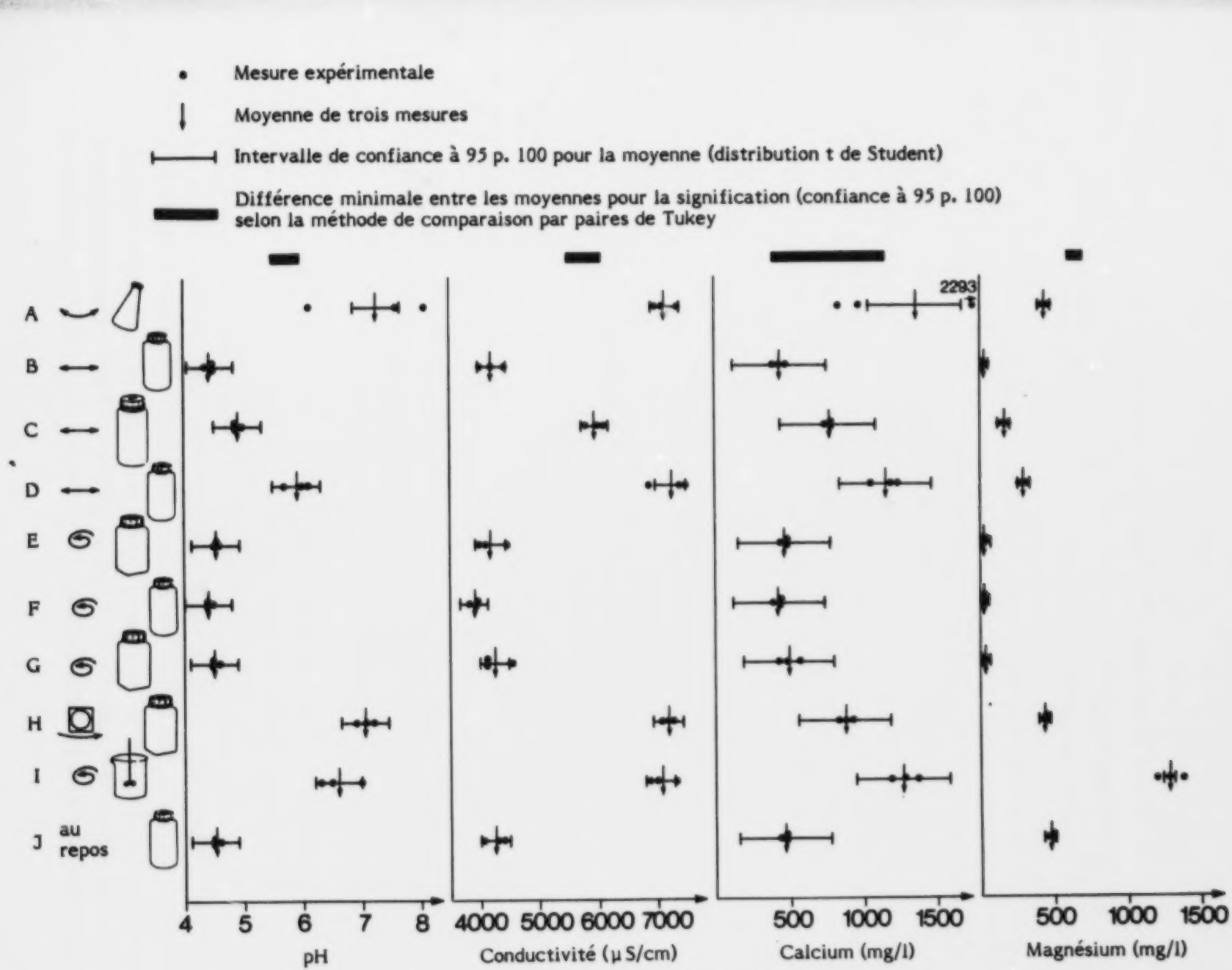


FIGURE 2 COMPARAISON DES MÉTHODES D'AGITATION

Des travaux subséquents ont montré que le culbuteur donnait des résultats reproductibles, quels que soient la taille de la bouteille ou le niveau de liquide, à condition d'utiliser une bouteille carrée. Une bouteille de cette forme permet aux particules des résidus de culbuter délicatement dans la solution de lessivage, ce qui assure un contact efficace liquide-solide, sans fragmentation des particules.

3.2.2 **Expérience 2: tamisage.** - Après la recherche et le choix d'une méthode d'agitation appropriée, une analyse de variance de type factoriel à 5 facteurs, contrôlés à 2 niveaux chacun, a été effectuée pour évaluer les effets de cinq autres variables expérimentales sur la libération de substances contaminantes: agent de lessivage (L), rapport liquide-solide (R), taille des particules (P), temps d'élution (T) et nombres d'élutions (N). Les deux valeurs retenues pour chaque variable expérimentale ont été choisies de façon à être représentatives de l'intervalle de variation habituellement relevé au cours des essais de lessivage actuels, et ils sont présentés au tableau 4.

Les résultats obtenus pour chacune des valeurs expérimentales sont présentés au tableau 8. Ces réactions ont été analysées par la méthode des moindres carrés. Les 32 (c'est-à-dire 2^5) informations obtenues étaient les suivantes: moyenne; 5 effets principaux; 10 effets d'interaction à deux facteurs; 10 effets d'interaction à trois facteurs; 5 effets d'interaction à quatre facteurs; 1 effet d'interaction à cinq facteurs. Si on néglige les effets d'interaction d'ordre supérieur, les résultats peuvent être représentés par l'équation de régression suivante:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_L \cdot L + \hat{\beta}_R \cdot R + \hat{\beta}_P \cdot P + \hat{\beta}_T \cdot T + \hat{\beta}_N \cdot N + \hat{\beta}_{LR} \cdot L \cdot R + \hat{\beta}_{LP} \cdot L \cdot P + \hat{\beta}_{LT} \cdot L \cdot T + \hat{\beta}_{LN} \cdot L \cdot N + \hat{\beta}_{RP} \cdot R \cdot P + \hat{\beta}_{RT} \cdot R \cdot T + \hat{\beta}_{RN} \cdot R \cdot N + \hat{\beta}_{PT} \cdot P \cdot T + \hat{\beta}_{PN} \cdot P \cdot N + \hat{\beta}_{TN} \cdot T \cdot N \qquad (4)$$

où: $\hat{Y}$ = réaction prévue (pH, conductivité, etc.), L, R, P, T, N = facteurs expérimentaux, avec les valeurs -1, 0 ou +1, $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_L, \ldots, \hat{\beta}_{TN}$ = valeurs estimatives des coefficients de régression.

Les valeurs des conditions expérimentales correspondant au niveau -1 et +1 des facteurs expérimentaux sont données au tableau 4. Les coefficients de régression (β) qui sont de façon significative différents de zéro (test de Student, intervalle de confiance de 95 p. 100) sont présentés au tableau 9. La première ligne du tableau donne la moyenne globale de la réaction. Les cinq lignes suivantes présentent les principaux effets. Le reste du tableau indique les effets d'interaction à 2 facteurs.

TABLEAU 8 RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE D'ANALYSE FACTORIELLE 2^5

Variables L R P T N	Traitement combiné	pH	Conductivité (mS/cm)	Chrome (mg/l)	Cuivre (mg/l)	Magnésium (mg/l)
-----	1	9,85	11,00	8,10	1,090	2,60
+----	l	10,70	9,30	12,50	1,910	0,25
-+---	r	9,00	9,25	3,00	0,435	34,0
++---	lr	10,45	5,15	6,45	0,975	0,30
--+--	p	9,30	10,70	6,70	0,860	7,10
+-+--	lp	10,50	8,75	11,50	1,705	0,25
-++--	rp	8,05	8,50	3,40	0,275	59,0
+++--	lrp	10,65	4,95	5,45	0,765	0,15
---+-	t	9,80	11,35	8,05	1,260	3,70
+--+-	lt	10,90	8,40	10,00	1,815	0,10
-+-+-	rt	9,30	9,80	3,30	0,495	46,0
++-+-	lrt	10,60	5,00	6,90	0,875	0,20
--++-	pt	9,80	11,45	6,70	0,995	6,10
+-++-	lpt	10,75	7,75	11,50	1,450	0,40
-+++-	rpt	8,85	8,30	3,80	0,460	56,5
++++-	lrpt	10,90	4,60	5,40	0,780	0,10
----+	n	9,30	8,50	2,95	0,390	25,0
+---+	ln	10,65	4,90	5,85	0,795	0,20
-+--+	rn	8,50	8,30	1,25	0,175	143
++--+	lrn	10,35	1,65	2,10	0,225	0,25
--+-+	pn	8,55	8,35	2,30	0,265	58,5
+-+-+	lpn	10,60	4,00	5,30	0,585	0,20
-++-+	rpn	7,25	7,50	0,95	0,625	111
+++-+	lrpn	10,50	1,60	1,85	0,155	0,15
---++	tn	9,35	8,75	3,05	0,425	27,0
+--++	ltn	10,80	4,65	6,00	0,785	0,10
-+-++	rtn	8,50	8,50	1,30	0,185	173
++-++	lrtn	10,45	1,80	2,45	0,210	0,25
--+++	ptn	8,95	9,15	2,35	0,295	50,5
+-+++	lptn	10,70	3,65	5,60	0,490	0,15
-++++	rptn	7,85	7,50	1,20	0,145	123
+++++	lrptn	10,65	1,45	1,80	0,175	0,10
Variance de l'erreur*		0,0049	0,0028	0,068	0,0039	8,747

* 52 degrés de liberté.

L'importance de chaque variable expérimentale peut être évaluée en considérant la grandeur de chaque coefficient au tableau 9. Plus la valeur absolue d'un coefficient est élevée pour une réaction mesurée donnée, plus le facteur expérimental correspondant a eu d'effet sur cette réaction lors d'un essai de lessivage. Le signe de chaque coefficient montre si le passage d'un facteur expérimental de son niveau "moins" à son niveau "plus" a augmenté (coefficient positif) ou diminué (coefficient négatif) la valeur de la réaction.

TABLEAU 9 COEFFICIENTS OBTENUS À PARTIR DE L'ANALYSE DE RÉGRESSION DE L'EXPÉRIENCE DE SÉLECTION

Facteur expérimental (variable indépendante)	pH	Conductivité (mS/cm)	Chrome (m/l)	Cuivre (mg/l)	Magnésium (mg/l)
Moyenne	9,76	4,73	4,97	0,69	29,0
Agent de lessivage (L)	0,88	0,13	1,32	0,17	- 28,8
Rapport liquide-solide (R)	- 0,27	- 1,14	- 1,81	- 0,26	17,6
Taille des particules (P)	- 0,15	- 0,24	- 0,24	- 0,07	
Temps d'élution (T)	0,13				1,4
Nombre d'élutions (N)	- 0,20	- 1,39	- 2,08	- 0,32	15,5
Interaction LR	0,21	- 0,44	- 0,44	- 0,08	- 17,7
Interaction LP	0,17				
Interaction LN	0,16	- 0,50	- 0,35	- 0,11	- 15,5
Interaction RP		- 0,05		- 0,05	- 4,5
Interaction RT	0,03		0,12		1,8
Interaction RN	- 0,03	0,29	0,53	0,12	6,7
Interaction PT	0,04				-1,4
Interaction PN	- 0,04			0,03	-2,2
Interaction TN	- 0,03		0,09	- 0,02	0,8

Remarques:

- les valeurs des facteurs expérimentaux sont données au tableau 4;
- seuls les coefficients significatifs figurent dans ce tableau (c'est-à-dire ceux dont l'intervalle de confiance à 95 p. 100 (test t de Student) ne comprennent pas zéro);
- la sommation de la somme des carrés des coefficients soulignés est supérieure à 90 p. 100 de la somme totale des carrés;
- pour l'interaction LT, il y a eu confusion de blocs.

Bien que tous les coefficients du tableau 9 soient statistiquement significatifs, la plus grande partie de la variation de la valeur de la réaction, variation causée par des modifications dans les variables expérimentales, peut être déterminée en ne tenant compte que de celles qui ont les valeurs absolues les plus élevées. Celles-ci sont représentées par les valeurs soulignées au tableau 9, et elles correspondent à au moins 90 p. 100 de la variation observée pour chaque réaction. Pour faciliter l'interprétation, les résultats peuvent être présentés sous forme d'équations de régression pour chaque réaction. Les seuls termes figurant dans toutes les équations sont les coefficients soulignés du tableau 9.

$$pH = 9{,}76 + 0{,}88\ L - 0{,}27\ R - 0{,}20\ N + 0{,}21\ LR + 0{,}17\ LP \quad (5)$$

$$\text{Conductivité} = 4{,}73 = 1{,}14\ R - 1{,}39\ N - 0{,}44\ LR - 0{,}50\ LN \quad (6)$$

$$Cr = 4{,}97 + 1{,}32\ L - 1{,}81\ R - 2{,}08\ N \quad (7)$$

$$Cu = 0{,}69 + 0{,}17\ L - 0{,}26\ R - 0{,}32\ N - 0{,}11\ LN + 0{,}12\ RN \quad (8)$$

$$Mg = 29{,}0 - 28{,}8\ L + 17{,}6\ R + 15{,}5\ N - 17{,}7\ LR - 15{,}5\ LN \quad (9)$$

Il faudrait remarquer que ces équations de régression sont propres au type de résidu et aux conditions du milieu de l'expérience. Les variables indépendantes sont des variables transformées qui prennent les valeurs -1 et +1; les variables expérimentales correspondant à ces deux valeurs sont données au tableau 4.

L'étude des équations de la réaction montre que les principaux facteurs expérimentaux sont l'agent de lessivage, le rapport liquide-solide et le nombre d'élutions. L'effet de chacun de ces trois facteurs sur les résultats de l'essai ne peut être évalué indépendamment de l'effet des deux autres, du fait que les coefficients d'interaction LR et LN sont relativement élevés.

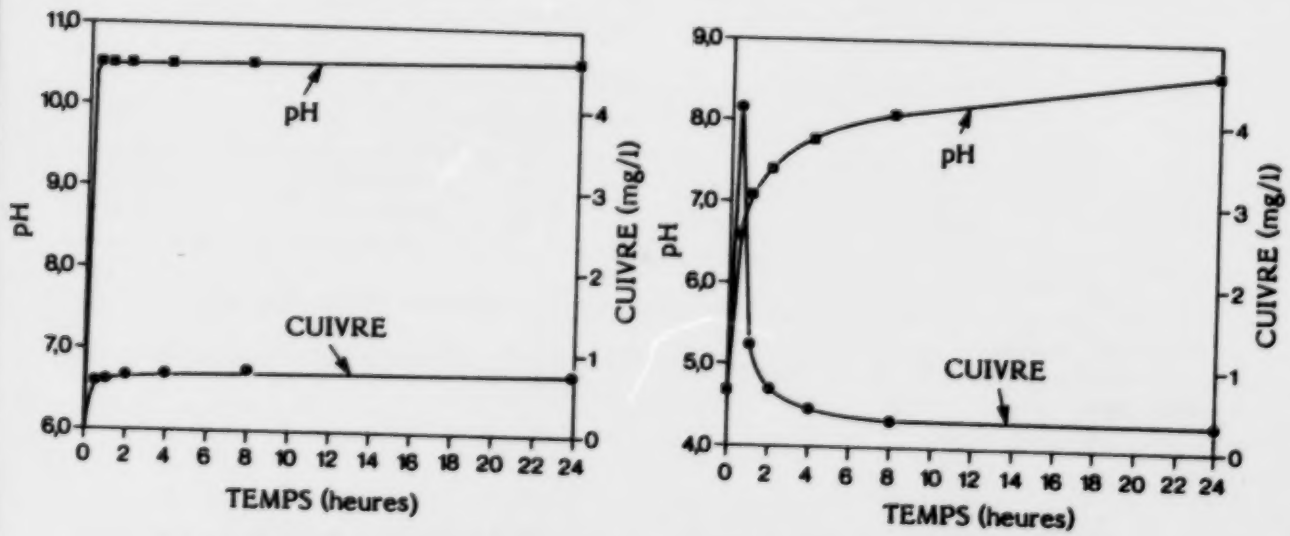
La signification de ces coefficients d'interaction peut être expliquée par les différents pH des lessivats, observés dans chaque essai. Le pH du lessivat était indépendant de R et N lorsque l'agent de lessivage était de l'eau distillée. Par contre, avec une solution tampon acide, l'acidité de l'agent de lessivage entraînait un pH plus bas du lessivat, comparativement à l'eau distillée. Un accroissement du rapport liquide-solide, ou une seconde élution, augmentaient la quantité d'acidité amenée en contact avec les résidus, d'où une baisse supplémentaire du pH du lessivat.

3.2.3 Expérience 3: modes de libération de contaminant en fonction du temps. - Étant donné que les résultats de l'expérience 2 montraient qu'un essai de lessivage de 24 heures donnait à peu près les mêmes résultats qu'un essai de 48 heures, il a été décidé d'effectuer des essais avec des périodes de lessivage de moins de 24 heures. Les essais ont

donc été effectués pendant des périodes de 30 minutes, 1, 2, 4, 8 et 24 heures, avec deux agents de lessivage (eau distillée et une solution acide). Les lessivats ont été analysés pour en déterminer le pH, la conductivité, Cr, Cu et Mg.

Les variations du pH et de la teneur en cuivre en fonction du temps pendant une période de lessivage de 24 heures sont présentées à la figure 3A pour l'eau distillée, et à la figure 3B pour la solution acide. On peut constater que le mode de libération varie considérablement d'un agent de lessivage à l'autre. Dans le cas de l'eau distillée, le pH et le Cu ont atteint, ou presque, leur valeur finale avant la fin de la première demi-heure. Par contre, avec la solution acide, le pH a augmenté graduellement pendant 24 heures, alors que le Cu a atteint un pic à 4,2 mg/l après 30 minutes, pour décroître ensuite et atteindre sa valeur finale de 0,32 mg/l après 8 heures. La présence du pic s'explique par le fait que le cuivre a été solubilisé au départ lorsque le pH était bas, et qu'il précipitait à nouveau à mesure que le pH augmentait. L'accroissement du pH était causé par la neutralisation du milieu acide par les résidus.

L'évolution de la conductivité, de la teneur en Cr et en Mg, des deux agents de lessivage était comparable à la variation du pH présentée à la figure 3A (autrement dit, les valeurs finales ont été atteintes avant la fin de la première demi-heure).



A. Lessivage à l'eau distillée

B. Lessivage à la solution acide

FIGURE 3 VARIATIONS DE LA CONCENTRATION DE CUIVRE ET DU pH EN FONCTION DU TEMPS DANS L'EXPÉRIENCE 3

3.2.4 Expérience 4: agents de lessivage. - Les résultats des expériences 2 et 3 ont montré que l'agent de lessivage était un facteur primordial; l'expérience 4 devait donc servir à comparer l'effet de six différents agents de lessivage sur la libération de substances contaminantes. Les autres facteurs expérimentaux n'ont pas été modifiés durant les six essais (tableau 4). Les résultats sont présentés au tableau 10, et ils montrent encore davantage l'importance de l'agent de lessivage dans les essais par lots. Tous les paramètres, et particulièrement les métaux, variaient largement d'un essai à l'autre. Bien que certaines des différences de concentration de métaux lessivés puissent s'expliquer par leur solubilité, beaucoup des concentrations élevées de métaux, observées lors des essais utilisant des agents de lessivage synthétiques, sont probablement dues aux agents séquestrants de ces agents.

TABLEAU 10 COMPARAISON DES RÉSULTATS AVEC DIFFÉRENTS AGENTS DE LESSIVAGE

Agent de lessivage*	pH final	Conductivité** (mS/cm)	Chrome (mg/l)	Cuivre (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Zinc (mg/l)
ED	10,8	3,8	10,5	0,58	0,1	0,02
SA1	8,55	3,0	4,15	0,27	57	0,02
SA2	7,35	2,1	3,50	3,24	248	2,0
LS1	7,10	3,0	0,15	907	420	6,2
LS2	7,60	2,7	3,95	836	316	1,0
LS3	8,65	6,0	6,55	50	-***	1,0

* Voir tableau 3.

** Les valeurs présentées sont les conductivités mesurées moins la conductivité de l'agent de lessivage.

*** La teneur en Mg du lessivat était inférieure à la teneur initiale de l'agent de lessivage.

3.2.5 Expérience 5: séparation liquide-solide. - Une analyse factorielle 2^3, avec deux agents de lessivage et deux rapports liquide-solide, a été effectuée afin d'évaluer l'importance de la séparation liquide-solide d'un échantillon de résidus avant l'essai de lessivage.

Une boue brute d'hydroxyde métallique (MST = 10 p. 100 a été utilisée pour l'expérience sans séparation liquide-solide. Dans les essais avec séparation, la boue a été filtrée sous pression, selon la méthode d'extraction de l'EPA (EPA, 1980, États-Unis), et c'est le gâteau du filtre (MST = 20 p. 100) qui a servi aux essais. Le filtrat a été analysé, puis jeté.

Le tableau 11 présente les résultats obtenus pour chacune des variables expérimentales. Ces résultats ont été analysés par la méthode des moindres carrés. L'effet principal significatif et les effets d'interaction significatifs (à un niveau de confiance de 95 p. 100) pour le pH, la conductivité, le Cu et le Mg, figurent au tableau 12. Les effets les plus importants résultent des modifications dans le rapport liquide-solide et du changement d'agent de lessivage. La séparation liquide-solide avant le lessivage avait relativement peu d'effet sur les teneurs en Cu et Mg, ainsi que sur le pH, et aucun effet significatif sur la conductivité.

Les analyses du filtrat provenant de l'étape de séparation liquide-solide ont montré que le pH du liquide libre était de 12,0. Cette valeur est proche de la moyenne de 11,1 pour le pH obtenu dans les essais où l'eau distillée constituait l'agent de lessivage. La conductivité du filtrat variait de 10,5 à 14,0 mS/cm, alors que la teneur en Cu était de 1 mg/l, et que celle de Mg n'était pas décelable.

TABLEAU 11 RÉSULTATS DE L'ANALYSE FACTORIELLE 2^3 DE LA SÉPARATION LIQUIDE-SOLIDE

Variables S R L	Combinaison de traitement	pH	Conductivité (mS/cm)	Cuivre (mg/l)	Magnésium (mg/l)
---	l	5,47	7,2	112	58,0
+--	s	6,54	7,5	2	61,0
-+-	r	4,80	4,7	364	36,0
++-	sr	5,05	5,0	444	50,0
--+	l	11,38	5,8	0,30	0,1
+-+	sl	11,40	5,6	0,10	0,1
-++	rl	10,62	1,6	0,01	0,1
+++	srl	10,87	1,4	0,03	0,1
Variance de l'erreur*		0,0112	0,055	8,64	4,06

* 8 degrés de liberté.

TABLEAU 12 COEFFICIENTS OBTENUS À PARTIR DE L'ANALYSE DE RÉGRESSION DE LA SÉPARATION LIQUIDE-SOLIDE

Facteur expérimental (variable indépendante)	pH	Conductivité (mS/cm)	Cuivre (mg/l)	Magnésium (mg/l)
Moyenne	8,27	4,84	115,2	25,6
Séparation liquide-solide (S)	0,20		- 3,7	2,2
Rapport liquide-solide (R)	- 0,44	- 1,66	86,8	- 4,1
Milieu de lessivage (L)	2,80	- 1,26	- 115,2	- 25,5
Interaction SR			23,7	1,3
Interaction SL	- 0,13		3,7	- 2,2
Interaction RL	- 0,11	- 0,44	- 86,9	- 4,1

Remarques:

- les valeurs de R et L sont données au tableau 4. Les niveaux - 1 et +1 pour S correspondaient respectivement à l'absence de séparation liquide-solide et à l'utilisation de celle-ci.
- seuls les coefficients significatifs ont été retenus pour ce tableau (c'est-à-dire ceux dont l'intervalle de confiance à 95 p. 100 (test t de Student) ne renferme pas la valeur 0).

À partir de la teneur en Cu mesurée dans le filtrat, on a calculé le pourcentage de Cu dans le lessivat initialement présent dans l'eau libre de la boue, pour les extractions où il n'y avait pas eu séparation liquide-solide (tableau 13). On peut constater que lorsque l'agent de lessivage est de l'eau distillée, une fraction significative du Cu décelé dans le lessivat (37 p. 100 et 50 p. 100 selon le rapport liquide-solide) provenait de l'eau libre associée à l'échantillon, le reste étant extrait de la fraction solide. Dans le cas de la solution acide, ces valeurs ont chuté significativement à 0,10 p. 100 et à 0,01 p. 100 en raison d'un taux de libération plus important de Cu provenant de la fraction solide des résidus. Cela prouve que lorsque l'agent de lessivage est constitué d'eau distillée, une quantité considérable du Cu décelé dans le lessivat n'a pas été extraite de la fraction solide des résidus, mais qu'elle provient de la fraction liquide libre.

TABLEAU 13 POURCENTAGE DE CUIVRE DANS LE LESSIVAT, INITIALEMENT PRÉSENT DANS LA FRACTION DE LIQUIDE LIBRE DE LA BOUE

Rapport liquide-solide	Agent de lessivage	
	Eau distillée	Solution acide
4/1	37 p. 100	0,10 p. 100
20/1	50 p. 100	0,01 p. 100

3.3 Méthode de lessivage par lots multiples

L'étude des publications et des résultats des travaux en laboratoire précédemment décrits a mené à la mise au point d'une méthode de lessivage par extraction de six lots permettant de comparer les taux de lessivage de divers résidus et d'évaluer ces taux dans différentes conditions expérimentales. Lors de la sélection des variables expérimentales de la méthode de lessivage, il a fallu choisir entre une élution simple et une élution multiple. Cette dernière est utile pour évaluer la cinétique de la libération de contaminant, particulièrement lorsque l'agent de lessivage possède un certain pouvoir tampon, mais elle exige beaucoup plus de temps et de travail pour mener à bien une expérience de lessivage. Il a donc été décidé de se limiter à des élutions simples, tout en choisissant diverses conditions expérimentales, pour obtenir une base de données plus étendue permettant d'évaluer les effets de différentes variables sur le taux de lessivage des résidus. Les variables expérimentales ont été choisies de façon à maximiser la sensibilité et la reproductibilité de l'essai, et à faire intervenir l'ensemble des variables expérimentales utilisées dans les essais normalisés de lessivage proposés par l'ASTM (1979) et l'EPA (1980) (États-Unis). En outre, on s'est efforcé de mettre au point des essais relativement peu coûteux en utilisant l'équipement de laboratoire déjà en place et en minimisant les besoins de formation nécessaires pour se familiariser avec la méthode.

La MLLM comprend une série de six extractions par lots (tableau 14), avec trois agents de lessivage (eau distillée, une solution acide tampon née à pH 4,5 (ASTM, 1979) et un lessivat synthétique de décharge municipale (Stanforth *et al.*, 1979)), à deux rapports liquide-solide (4/1 et 20/1). Les compositions chimiques de la solution acide tamponnée et du lessivat sont données au tableau 3 (numéros 2 et 5).

Les deux rapports liquide-solide de 4/1 et 20/1 correspondent à ceux utilisés dans les essais de lessivage proposés par l'ASTM (1979) et l'EPA (1980), aux États-Unis. Les extractions par lots sont effectuées dans des bouteilles carrées en matière plastique,

qui tournent lentement (2 t/mn à 3 t/mn), pendant 24 heures. Les produits de lessivage sont ensuite décantés, filtrés (0,45 µm) et analysés pour déterminer la valeur des paramètres faisant l'objet de la recherche. L'annexe I présente en détail chacune des étapes du mode opératoire de la MLLM.

TABLEAU 14 CARACTÉRISTIQUES DES SIX EXTRACTIONS EMPLOYÉES DANS LA MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES

	Agent de lessivage		
Rapport liquide-solide	Eau distillée	Solution acide pH = 4,5 H^+ = 82 mé/l	Produit de lessivage synthétique pH = 4,5 H^+ = 157 mé/l
4/1	ED4 (0)*	SA4 (0,33)	LS4 (0,63)
20/1	ED20(0)	SA20 (1,63)	LS20 (3,14)

* Les valeurs entre parenthèses représentent le nombre de mé de H^+ disponible(s) par gramme de résidus.

3.4 Comparaison avec d'autres essais de lessivage

Certaines extractions par la MLLM ressemblent à celles proposées dans les essais de lessivage de l'ASTM (ASTM, 1979) ainsi que dans le procédé d'extraction de l'EPA (EPA, 1980), aux États-Unis.

L'essai de lessivage proposé par l'ASTM consiste en deux extractions, l'une avec de l'eau distillée (méthode A) et l'autre avec une solution acide (méthode B). Les essais de l'ASTM sont semblables aux extractions ED4 et SA4 de la MLLM, excepté pour les trois points suivants: l'essai de l'ASTM utilise pour l'agitation une table à mouvement de va-et-vient; la méthode de l'ASTM ne comprend pas une réduction de la taille des particules; enfin, le temps d'élution est de 48 heures. Les travaux en laboratoire décrits à la section 3.2 montrent que les résultats de l'essai de lessivage ne se trouvaient pas sensiblement modifiés par ces trois caractéristiques. Les deux essais de l'ASTM et les extractions ED4 et SA4 devraient donc donner des résultats comparables.

Les méthodes d'extraction ED20 et SA20 de la MLLM ressemblent à celles du procédé d'extraction (PE) de l'EPA (États-Unis), excepté pour la séparation liquide-solide et la quantité d'acide ajoutée à l'échantillon de résidus. Dans le PE, on a prévu la séparation liquide-solide avant l'essai. La fraction solide subit ensuite une extraction, et le produit de l'extraction est mélangé à la fraction liquide avant de procéder à l'analyse

des contaminants en cause. La quantité d'acide ajoutée dans le PE est variable. Le pH est mesuré en permanence et ajusté à 5,0 par addition d'une quantité maximale d'acide de 2 mé de H^+ par gramme de résidus (la quantité d'acide ajoutée est fonction du pouvoir tampon des résidus). Dans la MLLM, il n'y a pas addition d'acide dans l'extraction ED20, mais on ajoute 1,63 mé/g dans l'extraction SA20. Ces deux extractions peuvent donc être considérées approximativement comme les extrêmes inférieur et supérieur en ce qui concerne l'addition d'acide dans le procédé d'extraction de l'EPA.

4 RÉSULTATS DES APPLICATIONS DE LA MLLM

La méthode de lessivage par lots multiples a été appliquée à un certain nombre de résidus, y compris aux cendres volantes et aux cendres de foyer provenant de centrales thermiques alimentées au charbon, aux résidus d'usines chimiques et d'industries d'usinage de métaux, ainsi qu'aux résidus de mines et aux boues de traitement d'eaux usées industrielles. Certains des résidus ont également été utilisés dans le procédé d'extraction de l'EPA (EPA, 1980), États-Unis, et dans les essais de lessivage proposés par l'ASTM, (ASTM, 1979).

Le tableau 15 présente les résidus soumis aux essais. L'annexe II donne les résultats de ces essais, exprimés selon les trois équations suivantes:

a) *Concentration*: Rapport entre la masse de substance chimique X dans un produit de lessivage (M_{XL}) et le volume du lessivat (V_L):

$$C_{XL} = \frac{M_{XL}}{V_L} \qquad (10)$$

b) *Libération*: Rapport entre la masse de substance chimique X dans un lessivat (M_{XL}) et la masse de l'échantillon lessivé (M_S); ce rapport est aussi égal au produit du rapport liquide-solide (R) et de la concentration de la substance chimique X dans le lessivat (C_{XL}):

$$REL_X = \frac{M_{XL}}{M_S} = \frac{M_{XL}}{M_S} \times \frac{V_L}{V_L} = \frac{V_L}{M_S} \times \frac{M_{XL}}{V_L} = R.C_{XL} \qquad (11)$$

c) *Efficacité*: Rapport entre la masse de substance chimique X dans un lessivat (M_{XL}) et la masse de cette substance dans l'échantillon lessivé (M_{XS}), exprimé en pourcentage:

$$EFF_X = \frac{M_{XL}}{M_{XS}} \times 100\% \qquad (12)$$

4.1 Tendances observées

Les sections qui suivent décrivent certaines des tendances qui ont été observées quant aux effets de différents agents de lessivage et de différents rapports liquide-solide sur les résultats des essais.

4.1.1 Effet de l'agent de lessivage sur le pH du lessivat. - Une des principales conclusions de l'étude de base qui a conduit à la MLLM est que la libération de contaminants à partir de résidus est en grande partie fonction du pH final du lessivat. Cela était prévisible du fait que le pH du lessivat joue un rôle prédominant dans la solubilité du contaminant. Le pH du lessivat est à son tour fonction de l'alcalinité des résidus et de la quantité d'acide présente dans l'agent de lessivage et pouvant réagir avec le résidu. La quantité d'acide utilisée dans les six extractions MLLM variait de 0 pour l'eau distillée à 3,14 mé/g de résidus pour le lessivat synthétique de décharge municipale, le rapport liquide-solide étant de 20/1 (tableau 14). Comparativement, le procédé d'extraction de l'EPA (États-Unis) précise que l'addition maximale d'acide doit être de 2,0 mé/g de résidus (EPA, États-Unis, 1980).

En vue d'étudier l'effet de l'agent de lessivage sur le pH du lessivat, les données sur le pH des 51 applications de la MLLM du tableau 15 ont été comparées au volume de la solution de lessivage (c'est-à-dire le rapport entre le liquide et les matières liquide-solide), ainsi que pour l'acidité du milieu. Les résultats apparaissent à la figure 4.

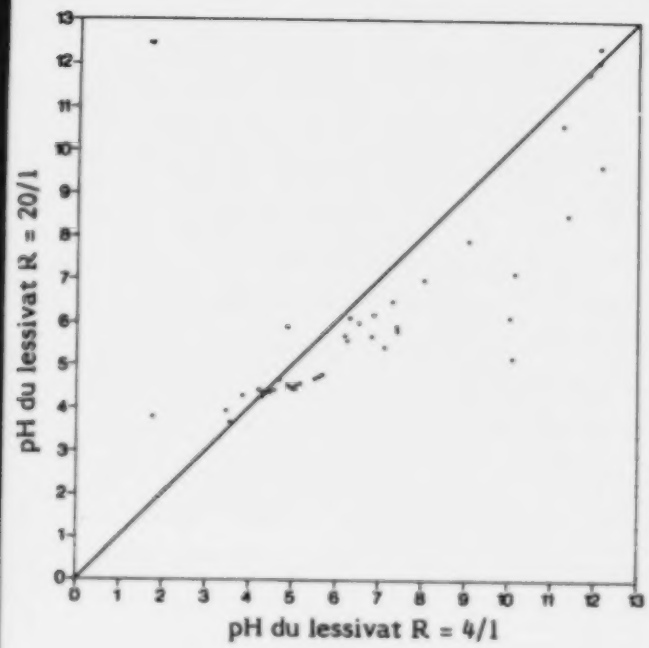
Lorsque l'eau distillée était l'agent de lessivage, le pH final du lessivat était déterminé par l'acidité ou l'alcalinité du résidu et il était pratiquement indépendant du rapport liquide-solide, comme le montrent la plupart des points représentatifs qui coïncident avec la diagonale à la figure 4A. Les essais ont été répétés avec trois échantillons de résidus pour mesurer la reproductibilité de l'expérience. L'écart-type pour les mesures de pH était de 0,32 (11 degrés de liberté); l'écart le plus grand se chiffrait à 0,55.

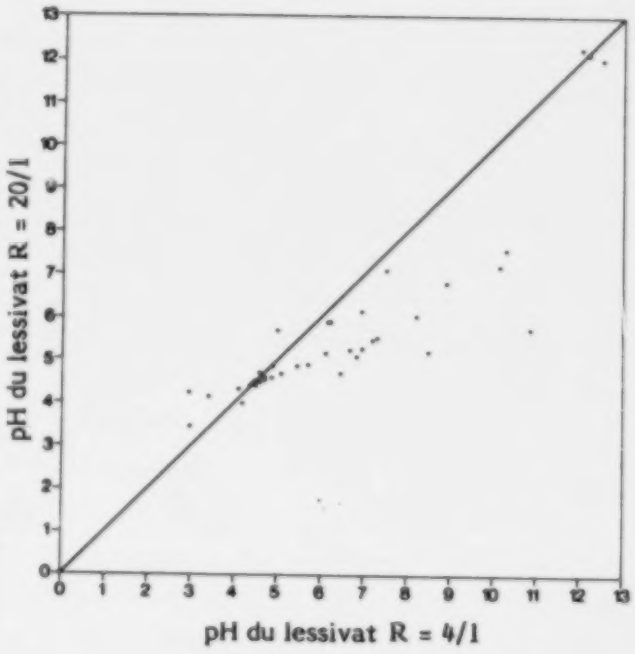
Lorsque l'agent de lessivage était formé par de la solution acide ou du lessivat synthétique de décharge municipale (figures 4B et 4C), l'étalement des valeurs de pH du lessivat a diminué. Le pH du lessivat s'est déplacé vers 4,5, valeur tampon à laquelle les agents de lessivage avaient été ajustés. Comme prévu, les variations étaient plus importantes lors des extractions par le lessivat synthétique que dans le cas des extractions à la solution acide, du fait que le premier agent renfermait presque deux fois plus d'acide (157 mé/l contre 82 mé/l). Non seulement l'intervalle avait-il diminué, mais les valeurs s'étaient aussi déplacées vers la droite (c'est-à-dire que le pH du lessivat était inférieur lorsque le rapport liquide-solide était plus élevé). Ce phénomène s'explique par le fait qu'il y avait davantage d'acide pouvant réagir avec les résidus, lorsque le rapport était plus élevé.

TABLEAU 15 ÉCHANTILLONS ANALYSÉS PAR LA MÉTHODE DE LESSIVAGE À LOTS MULTIPLES

Type de résidu	Numéros des échantillons
1. Stations génératrices alimentées au charbon	
Cendres volantes	5*, 8, 9
Cendres de foyer	6*, 7, 10
2. Stations génératrices alimentées au charbon, de type FBC	
Résidus provenant de filtres à sacs	48, 50
Résidus du lit	47, 49
Mélange filtres à sacs - lit 40/60	51
3. Stations génératrices alimentées au charbon, de type FGD	
Cendres volantes	62
Cendres de foyer	61
Boues	58, 63, 67, 68
4. Résidus miniers	
Mines	13*, 19, 20, 21, 22
Cyanure	11, 56, 64
Procédé de flottation de sulfure en vrac	57
5. Boues et résidus	
Boues d'usinage de métaux	1*, 2*, 14*
Boues de stations d'épuration d'eaux usées par digestion anaérobie	12*
Résidus solidifiés du nettoyage de métaux	15*
Dépôt de réservoirs de carburant avec plomb	18
Résidus de sulfure de zinc	23
Boues d'hydroxyde de zinc	24
Résidus à forte teneur en arsenic	25
Laitier de fours à phosphore	29
Résidus du craquage catalytique	32
Boues de raffinerie mélangées à du sol	33
Matières solides de gâteau de filtre	40, 41*
Boues rouges de la production d'alumine	42, 43
Boues d'étangs d'épuration	54*, 55*
Boues du tannage du cuir	52
Résidus de laine de cuivre	53*
Sable de fonderie	3*
Sable bitumineux	45
Liquide de décapage solidifié et poussières de fibres à sacs	4*
Résidus de dragage	16
Charbon de bois imprégné	70

* Désigne les échantillons qui ont également été analysés par la méthode d'extraction de l'EPA et(ou) les essais de lessivage par lots de l'ASTM.





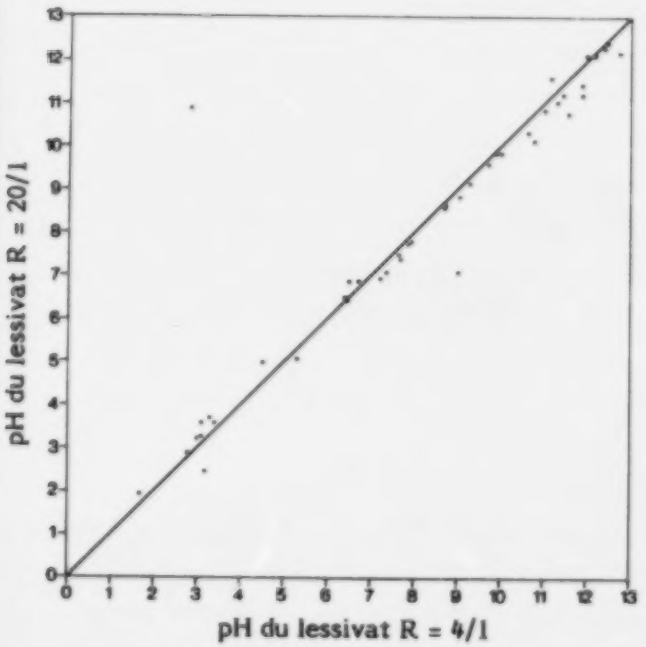


FIGURE 4 pH DU LESSIVAT POUR LES TROIS AGENTS DE LESSIVAGE AVEC DES RAPPORTS SOLIDE-LIQUIDE DE 4/1 ET 20/1

4.1.2 Effet du rapport liquide-solide sur la libération de contaminant. - L'effet du rapport liquide-solide R sur les résultats expérimentaux a été étudié en comparant la libération de substances contaminantes à R = 20/1 et R = 4/1. Cette quantité, désignée par $REL_{20/4}$, est simplement le rapport entre la masse de contaminant dans le lessivat 20/1 et celle du lessivat 4/1:

$$REL_{20/4} = \frac{REL_{20}}{REL_4} = \frac{M_{XL20/MS}}{M_{XL4}/MS} = \frac{M_{XL20}}{M_{XL4}} \qquad (13)$$

Les rapports $REL_{20/4}$ ont été calculés avec les résultats de 51 essais MLLM du tableau 15. Ces rapports n'ont pu être calculés que dans les cas où les substances pouvaient être décelées dans les deux rapports liquide-solide. En tout 317 et 310 rapports $REL_{20/4}$ ont pu être calculés respectivement pour les extractions à la solution acide et au lessivat synthétique, alors que seulement 292 rapports ont été calculés pour les extractions à l'eau distillée, ce qui révèle un type de lessivage plus agressif des premiers agents. De plus, dans le cas des extractions à l'eau distillée, 58 p. 100 des substances dosées se situaient au-dessus de la limite de détection, avec un rapport liquide-solide de 4/1, alors qu'il n'y en avait que 48 p. 100 pour le rapport 20/1, ce qui s'explique par le fait qu'avec un rapport plus élevé, la dilution abaissait les concentrations de substances contaminantes en dessous de la limite de détection. Mais, avec les deux autres agents de lessivage, à peu près le même pourcentage de substances a été décelé pour les deux rapports (60 p. 100 avec la solution acide et 64 p. 100 avec le lessivat synthétique de décharge municipale).

On suppose ce qui suit: (*a*) l'équilibre entre l'agent de lessivage et les résidus est atteint en moins de 24 heures d'élution; (*b*) la solubilité des substances contaminantes n'est fonction que du pH final du lessivat; et (*c*) le pH final du lessivat (et par conséquent la solubilité des substances contaminantes) est le même dans les extractions où le lessivat est identique, mais où les rapports liquide-solide sont différents, avec une plage théorique de 1 à 5 pour $REL_{20/4}$. La limite inférieure de 1 est obtenue lorsque la même masse de substances contaminantes est libérée avec les deux rapports liquide-solide. Cela laisse supposer que la masse de substances contaminantes pouvant être lessivées est limitée, et que l'addition d'une quantité 5 fois plus élevée d'agent de lessivage va simplement donner un lessivat 5 fois moins concentré. La limite supérieure de 5 sera atteinte lorsque le rapport le plus élevé est utilisé pour lessiver une masse de substances contaminantes cinq fois supérieure. Cela se produira si la quantité de substances contaminantes est suffisante

pour que le lessivage atteigne la saturation avec chacun des deux rapports. Les valeurs intermédiaires entre 1 et 5 seront obtenues lorsque la quantité de substances contaminantes est suffisante pour atteindre une saturation complète de la solution de lessivage avec un rapport liquide-solide de 4/1, mais pas assez élevée pour qu'il y ait saturation quand le rapport est de 20/1.

La figure 5 présente, sous forme d'histogrammes de fréquence relative, les rapports $REL_{20/4}$ pour les extractions à l'eau distillée et à la solution acide. L'histogramme pour les extractions à l'aide du lessivat synthétique de décharge municipale est semblable à celui correspondant à la solution acide. Il est à noter qu'il y a un pic à $REL_{20/4} = 1$, lorsque l'eau distillée sert d'agent de lessivage, ce qui montre que les différences de concentration dans les deux rapports liquide-solide étaient simplement dues à la dilution. L'effet de la dilution se manifeste également dans le cas de la solution acide et du lessivat synthétique, mais de façon moins prononcée. Quatre-vingt-deux pour cent des rapports $REL_{20/4}$ se situaient dans l'intervalle théorique compris entre 1 et 5, lorsque l'eau distillée était l'agent de lessivage (figure 5A), mais seulement 70 p. 100 et 77 p. 100 des rapports s'inséraient dans cette plage avec l'emploi respectif de la solution acide et du produit de lessivage synthétique (figure 5B). Ce phénomène propre à la solution acide et au lessivat synthétique était prévisible du fait que les pH du lessivat avec les deux rapports liquide-solide étaient fréquemment différents (figure 4C), ce qui entre en contradiction avec la troisième hypothèse qui a conduit à l'obtention des limites théoriques. Il semble également que le lessivat synthétique donne des complexes avec certains métaux, ce qui porterait la solubilité des métaux (donc aussi leur libération) au-dessus des valeurs prévues par les seules considérations de pH.

4.1.3 Capacité de lessivage de certains polluants prioritaires dans diverses conditions expérimentales. - Les concentrations de Cd, Cr, Cu, Pb, Zn et de cyanures dans les lessivats sont présentées sous forme de tableaux aux figures 6 à 11, pour plusieurs des résidus soumis à la MLLM. La concentration de substances contaminantes dans l'échantillon de résidus, en poids sec, est également donnée (C_R). L'interprétation des résultats du lessivage sous cette forme est très difficile en raison des effets des différents agents de lessivage et rapports liquide-solide sur les concentrations de substances contaminantes. L'évaluation des résultats peut être simplifiée en considérant la libération de substances contaminantes (éq. 11) plutôt que leur concentration, et en représentant sur un graphique le logarithme de la libération en fonction du pH final du lessivat. Les figures 6 à 11 présentent les graphiques obtenus. Le procédé d'extraction de l'EPA, (EPA, 1980, É.-U.) et

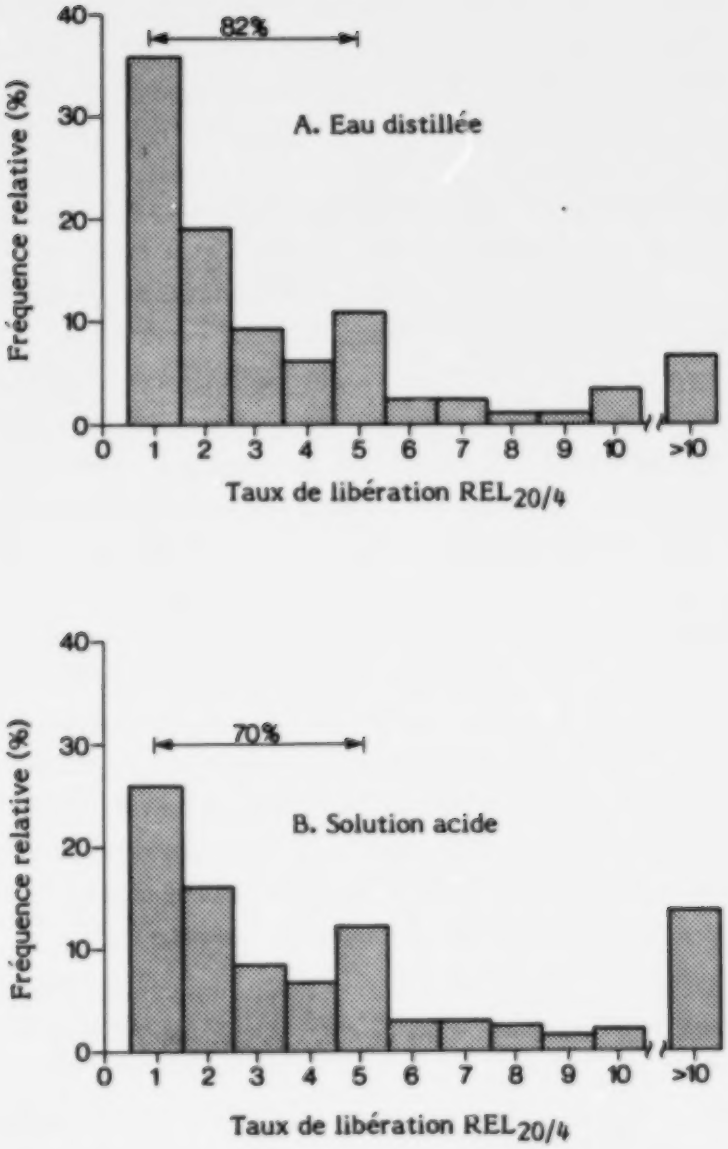


FIGURE 5 HISTOGRAMMES DE FRÉQUENCE RELATIVE POUR LE TAUX DE LIBÉRATION DE SUBSTANCES CONTAMINANTES À R = 20/1, PAR RAPPORT À R = 4/1

les essais A et B de lessivage proposés par l'ASTM (ASTM, 1979) ont également été employés pour certains des résidus. Les figures 6 à 11 présentent les quantités libérées lors de ces essais, en les désignant par les symboles PE, ASTMa et ASTMb.

Pour le cadmium, le plomb, le zinc et le cyanure, il existe une relation linéaire nette entre le logarithme de la libération de substances contaminantes et le pH final du lessivat, dans tout l'intervalle de pH mesuré pour les lessivats. Il existait également une bonne corrélation entre le taux relatif de libération et la quantité d'acide présente dans l'agent de lessivage et pouvant réagir avec le résidu. Ces dernières valeurs montrent que la libération de substances contaminantes à prévoir par ordre croissant, en supposant que cette libération ne soit fonction que de la quantité d'acide en contact avec les résidus, correspondrait à ED4 et ED20, avec le même taux de libération, suivis de SA4, LS4, SA20 et LS20 (tableau 14). Les figures 6 à 9 montrent que cette progression est vraie dans tous les cas, excepté l'inversion de LS4 et SA20 à la figure 7A.

D'après les résultats, il devrait être possible, dans certains cas, de prévoir le taux de libération de ces substances contaminantes avec un agent de lessivage et(ou) un rapport L/S différents, si le pH du lessivat pouvait être évalué en se fondant sur l'interaction des résidus et de l'agent de lessivage (c'est-à-dire à partir d'une courbe de titrage des résidus). Cela serait très utile pour la comparaison des résultats de différents essais de lessivage par lots. L'hypothèse est étayée par certains des résultats obtenus pour la libération de substances contaminantes en appliquant le procédé d'extraction (PE) à l'échantillon 14. Dans le procédé d'extraction de l'échantillon 14 par le PE, l'acide a été ajouté à raison de 2 mé par gramme de résidus. D'après le tableau 14, le procédé d'extraction, avec l'addition d'acide mentionnée, devrait entraîner un taux de libération se situant entre les taux de libération correspondant aux extractions SA20 et LS20. C'était effectivement le cas pour le cadmium et le zinc (figures 6 et 8). Cette relation linéaire n'a cependant pas été observée par toutes les substances contaminantes. Les courbes de taux de libération - pH pour le chrome (figure 10) et le cuivre (figure 11) ne révélaient aucune relation linéaire nette.

La comparaison des taux de libération de chrome et de cuivre, dans le cadre des essais ASTM et MLLM, montre elle aussi qu'il doit être possible de prévoir le taux de libération de substances contaminantes si on connaît la teneur en acide de l'agent de lessivage. La méthode A de l'ASTM est semblable à l'extraction à l'eau distillée, avec un rapport liquide-solide de 4/1, sauf que la technique de mélange est différente et que le milieu se trouve en contact avec les résidus pendant 48 heures au lieu de 24 heures. La libération de chrome dans le cas de l'échantillon 2 (figure 10A) et celle de cuivre dans le

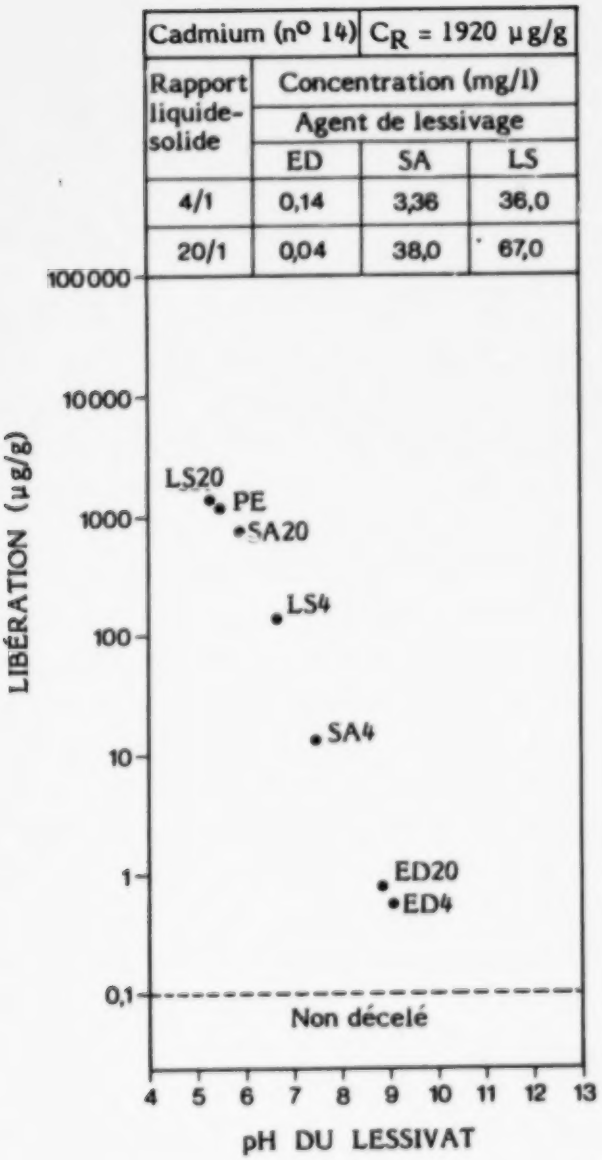
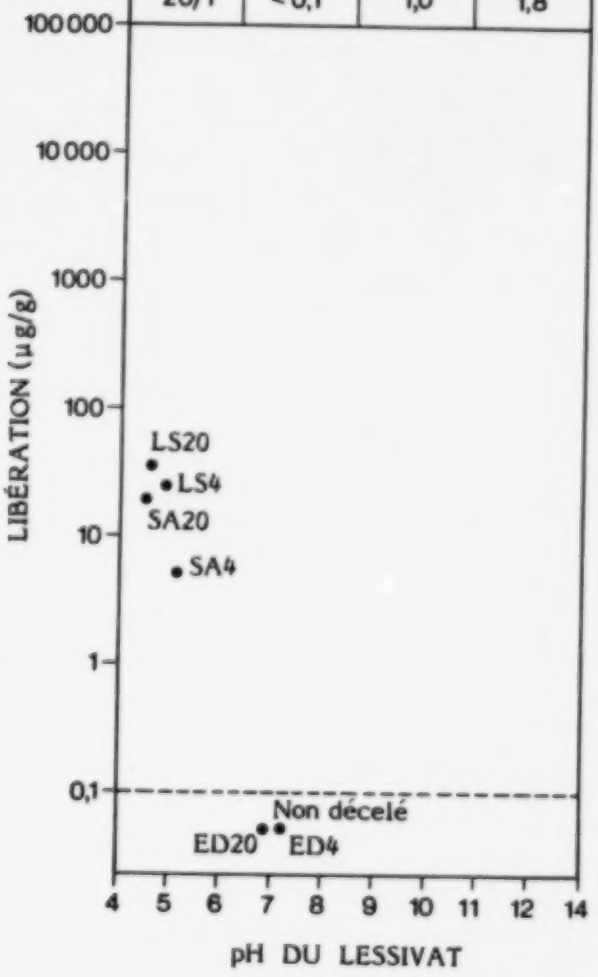


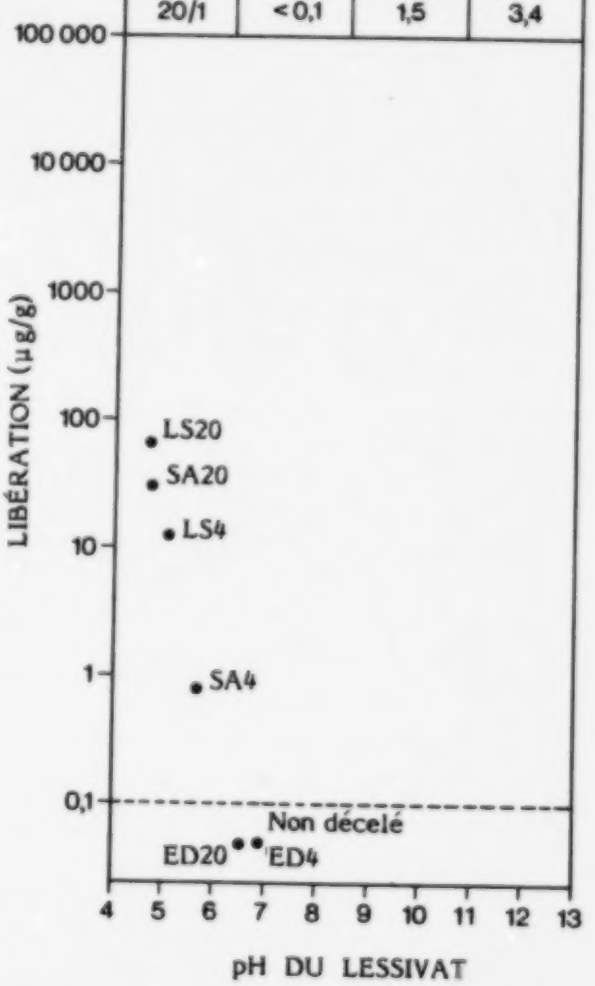
FIGURE 6 CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CADMIUM (échantillon 14)

Plomb (nº 13)	C_R = 840 µg/g		
Rapport liquide-solide	Concentration (mg/l)		
	Agent de lessivage		
	ED	SA	LS
4/1	< 0,1	1,3	5,9
20/1	< 0,1	1,0	1,8



A. Échantillon 13

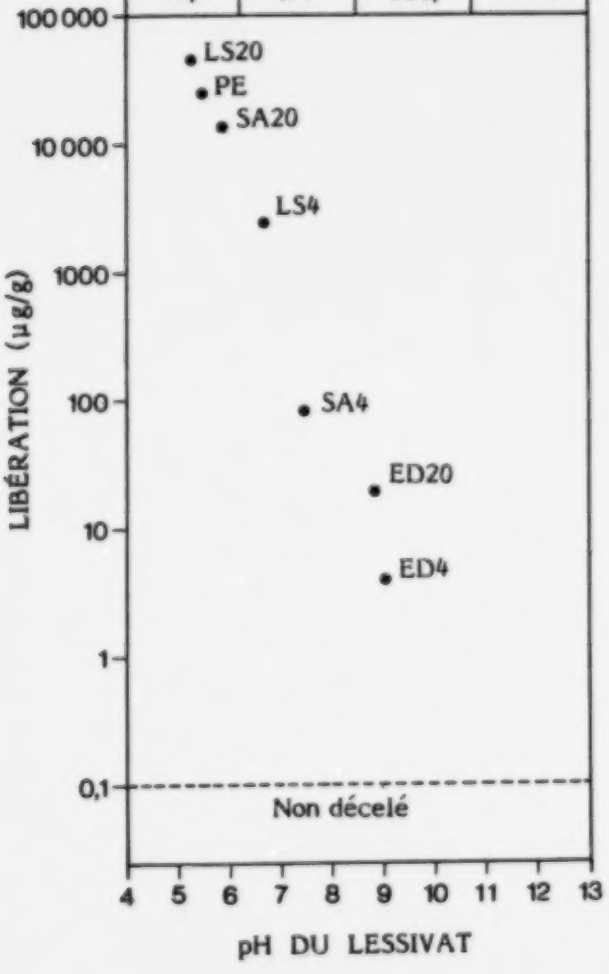
Plomb (nº 20)	C_R = 545 µg/g		
Rapport liquide-solide	Concentration (mg/l)		
	Agent de lessivage		
	ED	SA	LS
4/1	< 0,1	0,2	3,1
20/1	< 0,1	1,5	3,4



B. Échantillon 20

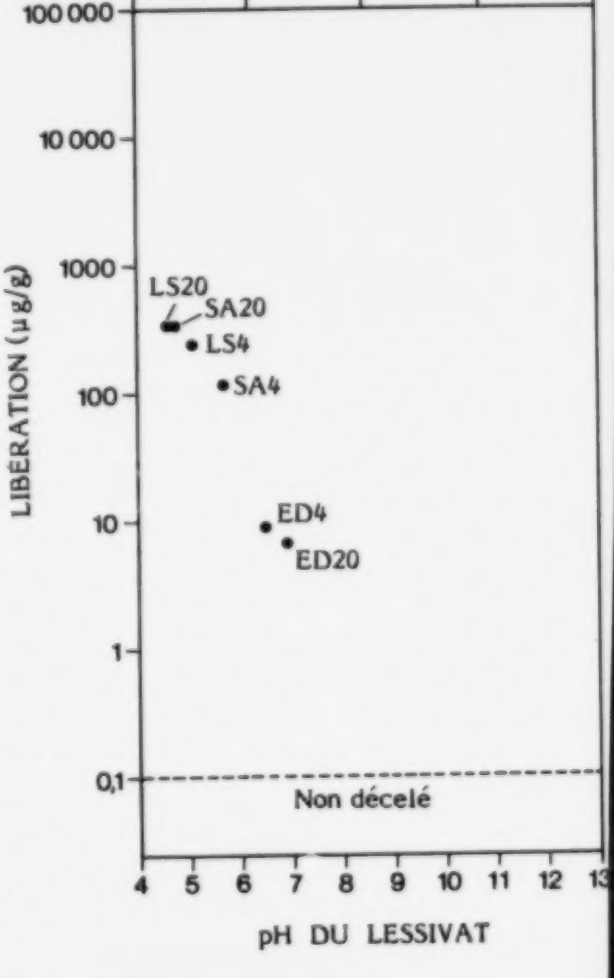
FIGURE 7 CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE PLOMB (échantillons 13 et 20)

Zinc (nº 14)	C_R = 83 000 µg/g		
Rapport liquide-solide	Concentration (mg/l)		
	Agent de lessivage		
	ED	SA	LS
4/1	1,04	21,0	648,
20/1	1,00	688,	2211,



A. Échantillon 14

Zinc (nº 20)	C_R = 7000 µg/g		
Rapport liquide-solide	Concentration (mg/l)		
	Agent de lessivage		
	ED	SA	LS
4/1	2,31	30,0	62,0
20/1	0,34	17,0	17,0



B. Échantillon 20

FIGURE 8 CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE ZINC
(échantillons 14 et 20)

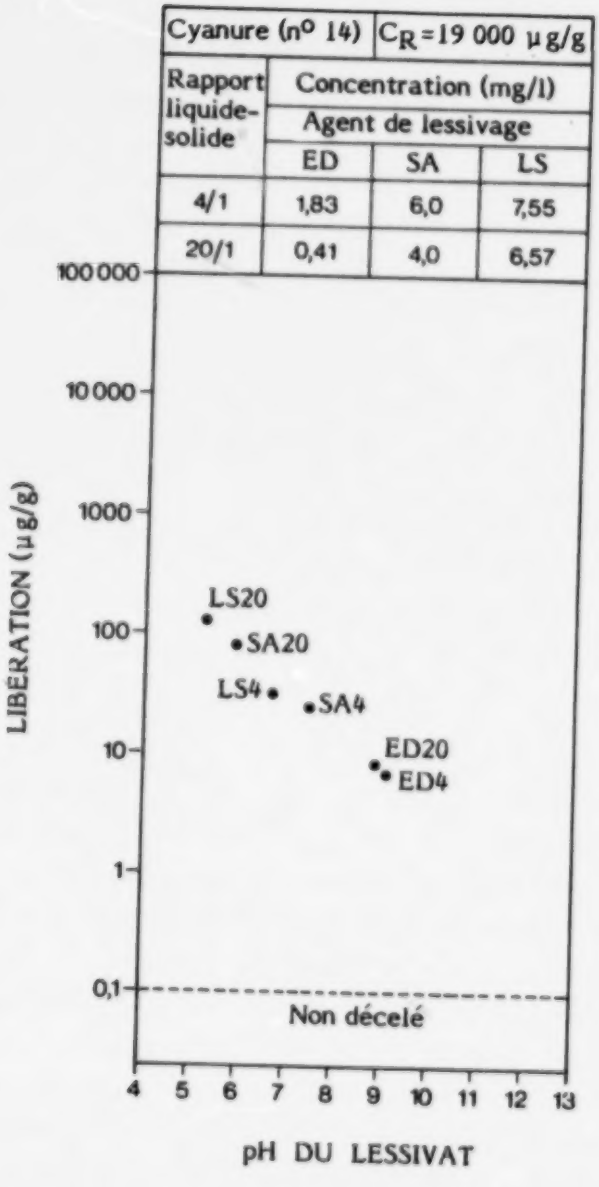


FIGURE 9 CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CYANURE (échantillon 14)

cas de l'échantillon 1 (figure 11A) étaient identiques avec les deux méthodes. Similairement, la méthode B de l'ASTM est semblable à l'extraction avec la solution acide, pour un rapport liquide-solide de 4/1. Les deux extractions sont effectuées avec le même agent de lessivage, mais la technique de mélange et le temps de contact diffèrent, comme dans le cas de la méthode A de l'ASTM. D'après la figure 10A, le taux de libération de chrome dans le cas de l'échantillon 2 était comparable au taux de la méthode B de l'ASTM et de l'extraction SA4 de la MLLM.

Les figures 10 et 11 montrent que le lessivat synthétique de décharge municipale formé des complexes avec le chrome et le cuivre, du fait que le taux de libération était plus élevé que dans le cas de la solution acide, même si les pH finals des lessivats, correspondant à un rapport liquide-solide identique étaient comparables. La capacité qu'ont certains agents de lessivage de former des complexes avec les substances chimiques complique encore davantage les possibilités de prévision du taux de libération de substances contaminantes dans différentes conditions de lessivage. D'autres recherches sont indispensables pour déterminer s'il est possible de prévoir les effets de la formation de complexes sur le taux de libération, à partir de la composition chimique de l'agent de lessivage et des résidus.

4.2 Résumé

Lorsque l'eau distillée servait d'agent de lessivage, le pH final du lessivat dépendait de l'alcalinité ou de l'acidité des résidus. La modification du rapport liquide-solide a peu d'effet sur le pH du lessivat. L'écart observé entre les concentrations correspondant aux deux rapports liquide-solide était, dans un grand nombre de cas, le résultat de la dilution.

Lorsqu'une solution acide ou un lessivat synthétique était utilisé comme agent de lessivage, le pH final du lessivat semblait résulter de l'interaction du pH des résidus et de la quantité d'acide dans l'agent de lessivage pouvant réagir avec les résidus. L'augmentation du rapport liquide-solide entraînait un accroissement de la quantité d'acide en contact avec les résidus et rapprochait le pH du lessivat des valeurs de pH de l'agent de lessivage. Cela avait comme effet de diminuer ou d'augmenter le taux de libération des substances contaminantes, selon le sens de la variation du pH.

L'emploi d'un lessivat synthétique a apparemment conduit à la formation de complexes avec certaines substances contaminantes, ce qui a provoqué une hausse du taux de libération de ces substances et l'a porté à une valeur supérieure à celle qui était prévisible en se fondant seulement sur le pH et la solubilité.

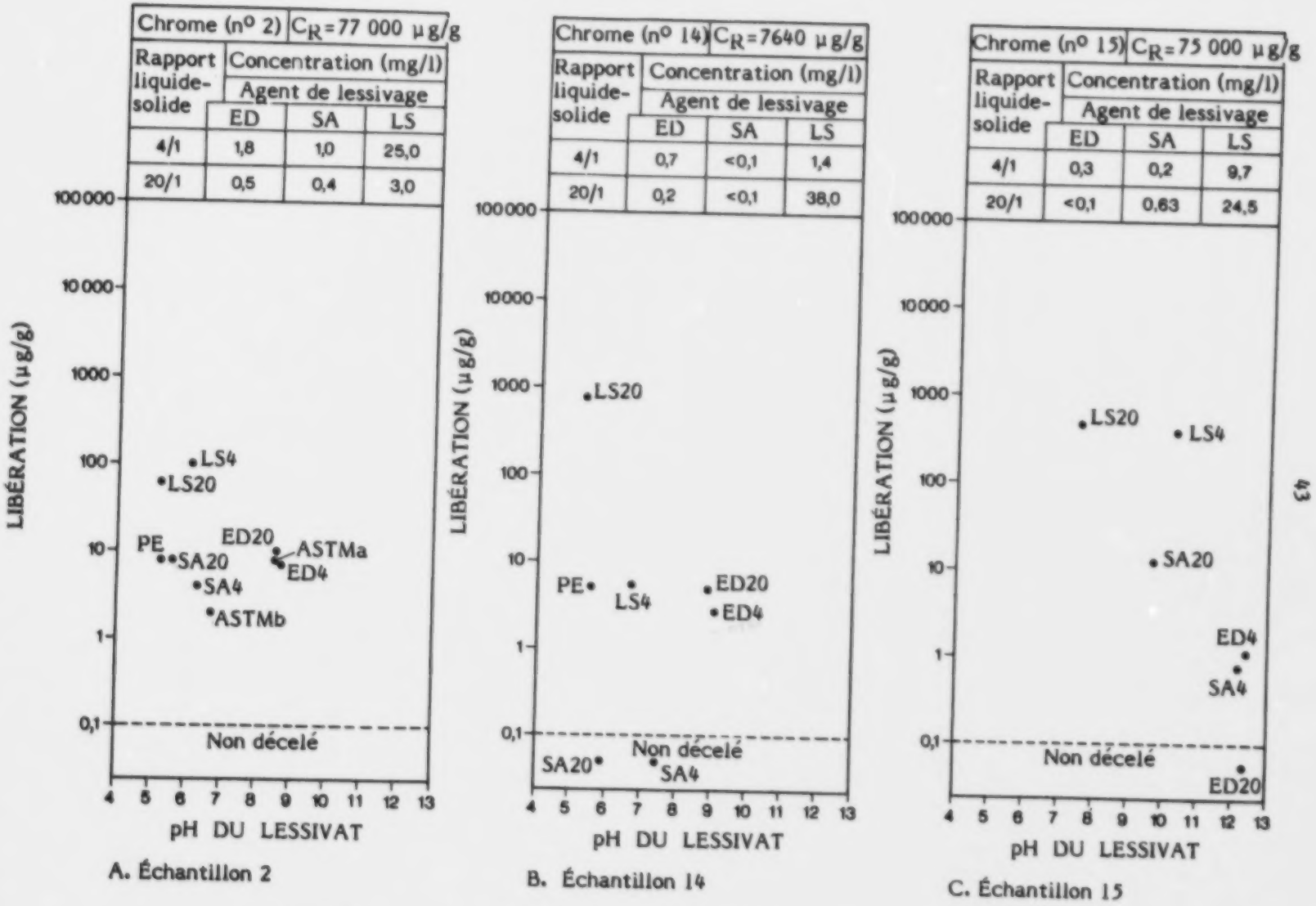


FIGURE 10 CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CHROME (échantillons 2, 14 et 15)

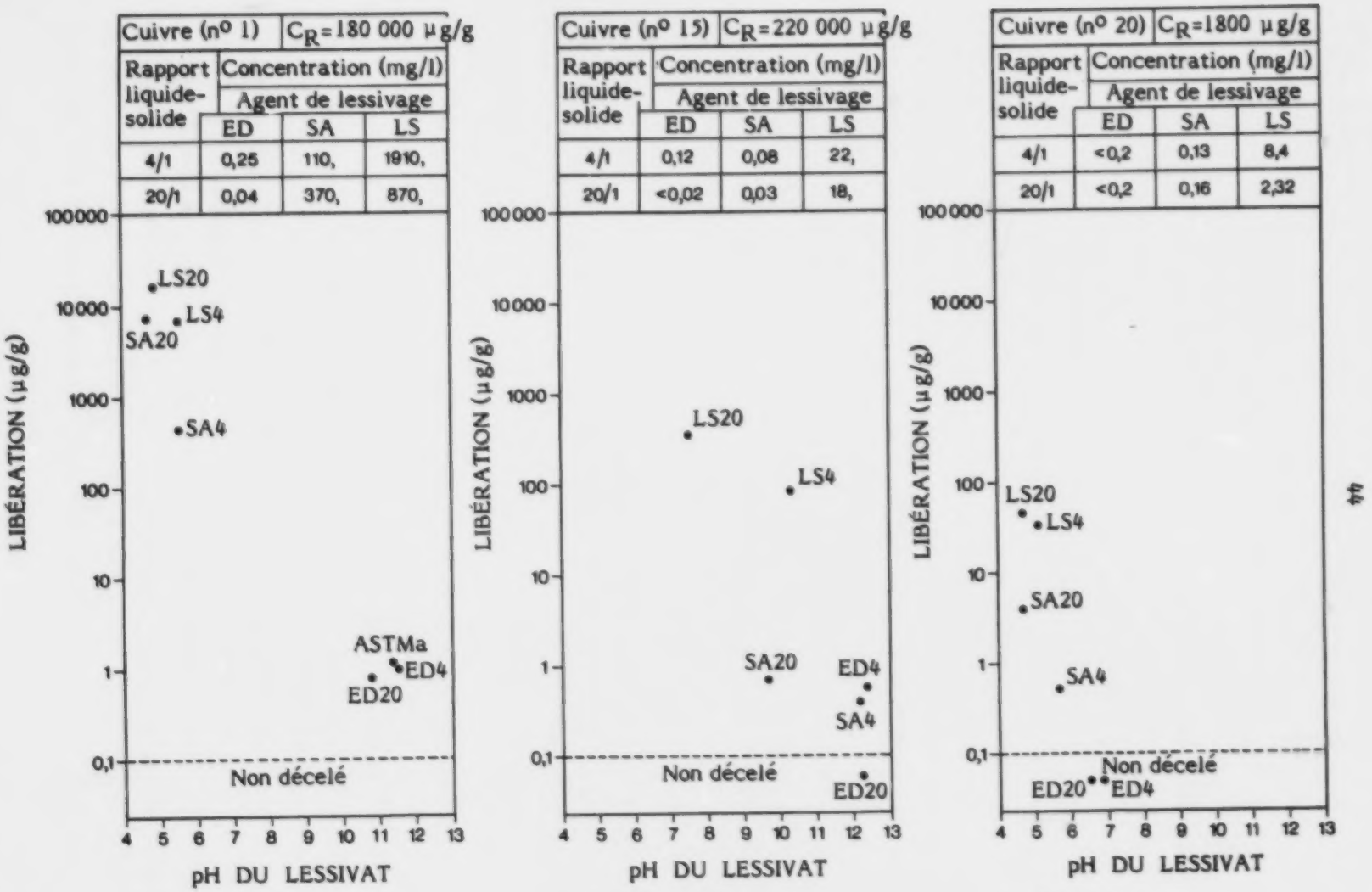


FIGURE 11 CONCENTRATIONS ET LIBÉRATION DE CUIVRE
(échantillons 1, 15 et 20)

Pour certains contaminants et résidus, il y avait une étroite relation linéaire entre le logarithme du taux de libération et le pH final du lessivat, ainsi qu'une bonne corrélation entre le logarithme du taux de libération et la quantité d'acide présente dans l'agent de lessivage. La relation linéaire, même si elle n'est pas évidente dans tous les cas, permet de penser qu'il est possible de prévoir le taux de libération de substances contaminantes dans différentes conditions expérimentales, en se fondant simplement sur le pH final du lessivat.

RÉFÉRENCES

Anonyme, "Standard Leachate Test", *Stiching Verwijdering Afvalstoffen*, rapport SVA/2302, Amersfoort, The Netherlands (1977).

ASTM, "Proposed Methods for Leaching for Waste Materials", In: 1979 Annual Book of ASTM Standards, Part 31 (Water) (1979).

Bridges, T., communication personnelle, Limnology and Toxicity Section, Ontario Ministry of the Environment (juillet, 1981).

Côté, P. et T.W. Constable, "Important Factors of a Batch Leaching Test", présenté au Sixteenth Canadian Symposium on Water Pollution Research in Canada, Toronto, Ontario, 19 février 1981.

Côté, P. et T.W. Constable, "Evaluation of Experimental Conditions in Batch Leaching Procedures", présenté au Symposium on Resource Recovery and Environmental Issues of Industrial Solid Wastes, Gatlingburg Tennessee (28 au 31 octobre 1981); publié dans *Resources and Conservation*, No. 9 (1982).

Côté, P. et T.W. Constable, "Development of a Canadian Data Base on Waste Leachability", *Hazardous and Industrial Solid Waste Testing: Second Symposium, ASTM STP 805*, R.A. Conway et W.P. Gulledge (éd.), American Society for Testing and Materials (1983).

Ham, R.K., M.A. Anderson, R. Stegmann et R. Stanforth, *Background Study on the Development of a Standard Leaching Test*, Industrial Environmental Research Laboratory, U.S. EPA, EPA-600/2-79-109 (1979a).

Ham, R.K., M.A. Anderson, R. Stegmann et R. Stanforth, *Comparison of Three Waste Leaching Tests*, Industrial Environmental Research Laboratory, U.S. EPA, EPA-600/2-79-071 (1979b).

Lee, G.F. et R.H. Plumb, *Literature Review on Research Study for the Development of Dredged Material Disposal Criteria*, Contract Report D-74-1, Office of Dredged Material Research, U.S. Army Engineer Waterways Experiments, Slakon, Vicksburg, MS, (1974).

Lowenback, W., *Compilation and Evaluation of Leaching Test Methods*, Municipal Environmental Research Laboratory, U.S. EPA, EPA-600/2-78-095 (1978).

Stanforth, R., R. Ham, M.A. Anderson et R. Stegmann, "Development of a Synthetic Municipal Landfill Leachate", *Journal WPCF*, 51(7) (1979).

Subcommittee on Oversight and Investigation, Committee on Interstate and Foreign Commerce, Ninety-Sixth Congress, *Waste Disposal Site Survey*, U.S. Government Printing Office, Washington (1979).

U.S. EPA, Newsletter, *Solid Waste News Brief* (mai, 1979).

U.S. EPA, *Test Methods for the Evaluation of Solid Waste, Physical Chemical Methods*, Office of Solid Wastes, U.S. EPA, Report No. SW-846 (1980).

ANNEXE I
MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES

ANNEXE I MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES

La méthode de lessivage par lots multiples comprend une série de six extractions par lots, avec trois agents de lessivage (eau distillée, une solution acide tamponnée à pH 4,5, et un lessivat synthétique de décharge municipale), à deux rapports liquide-solide (4/1 et 20/1). Les extractions sont effectuées dans des bouteilles carrées en matière plastique, que l'on fait tourner lentement pendant 24 heures. Les lessivats sont ensuite décantés, filtrés (0,45 µm) et analysés en vue de trouver la valeur des paramètres recherchés. La figure I.1 présente un diagramme des étapes de cette méthode. Chacune de ces étapes est décrite ci-dessous.

I.1 Échantillonnage (d'après l'ASTM, 1979)

a) Obtenir un échantillon représentatif des résidus à analyser (par ex. en utilisant la méthode normalisée ASTM pour l'échantillonnage des résidus). Deux kilogrammes de résidus sont nécessaires pour chaque série de six extractions pratiquées selon cette méthode.

b) Avant les essais, les échantillons doivent être conservés dans des contenants fermés. Les échantillons biologiquement actifs doivent être gardés à 4 °C et, si possible, des extractions devraient être effectuées dans les 8 heures qui suivent le prélèvement.

I.2 Réduction de la taille des particules

a) Les résidus sont concassés, coupés ou broyés de façon à passer à travers un crible de 9,5 mm (0,375 pouce).

I.3 Solidité structurale (d'après l'EPA, États-Unis, 1980)

Si l'échantillon de résidus est monolithique, la présente étape doit être incluse dans les six extractions de l'étape I.5.

a) Un dispositif comportant un marteau de 3,18 cm (1,25 po) de diamètre et pesant 0,33 kg (0,73 lb), pouvant tomber en chute libre d'une hauteur de 15,24 cm (6 po), devra être utilisé pour vérifier la solidité structurale. On peut se procurer ce dispositif auprès de divers fournisseurs (Millipore, Nuclepore), ou encore il peut être fabriqué selon les spécifications de la figure I.2.

b) Remplir le porte-échantillon entouré d'élastomère avec le matériau à analyser. Si l'échantillon de résidus se présente sous forme d'un grand bloc monolithique, couper un morceau du bloc ayant les dimensions d'un cylindre de 33 mm (1,3 po) de diamètre sur 7,1 cm (2,8 po) de longueur. Dans le cas de résidus fixés chimiquement, les

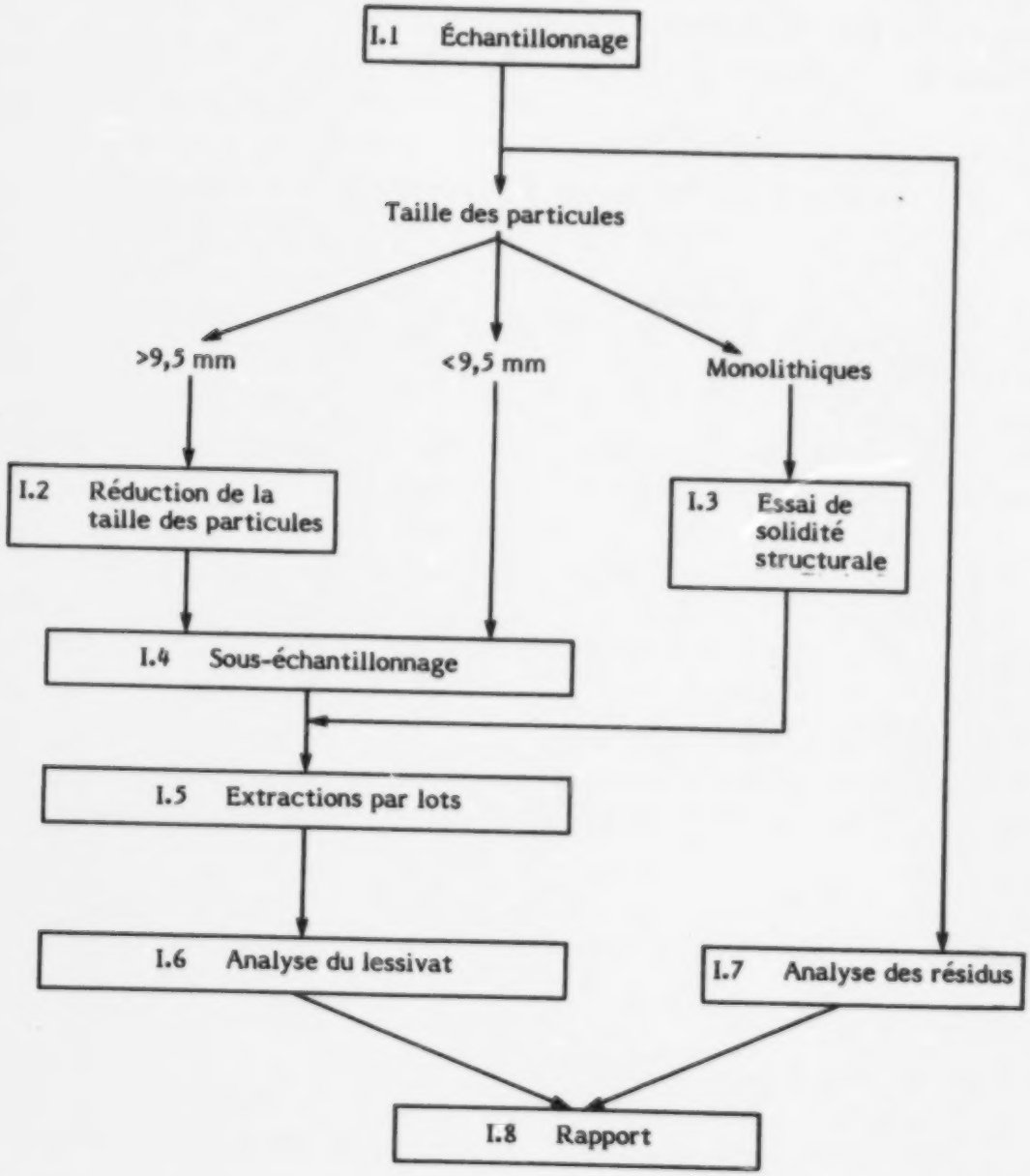
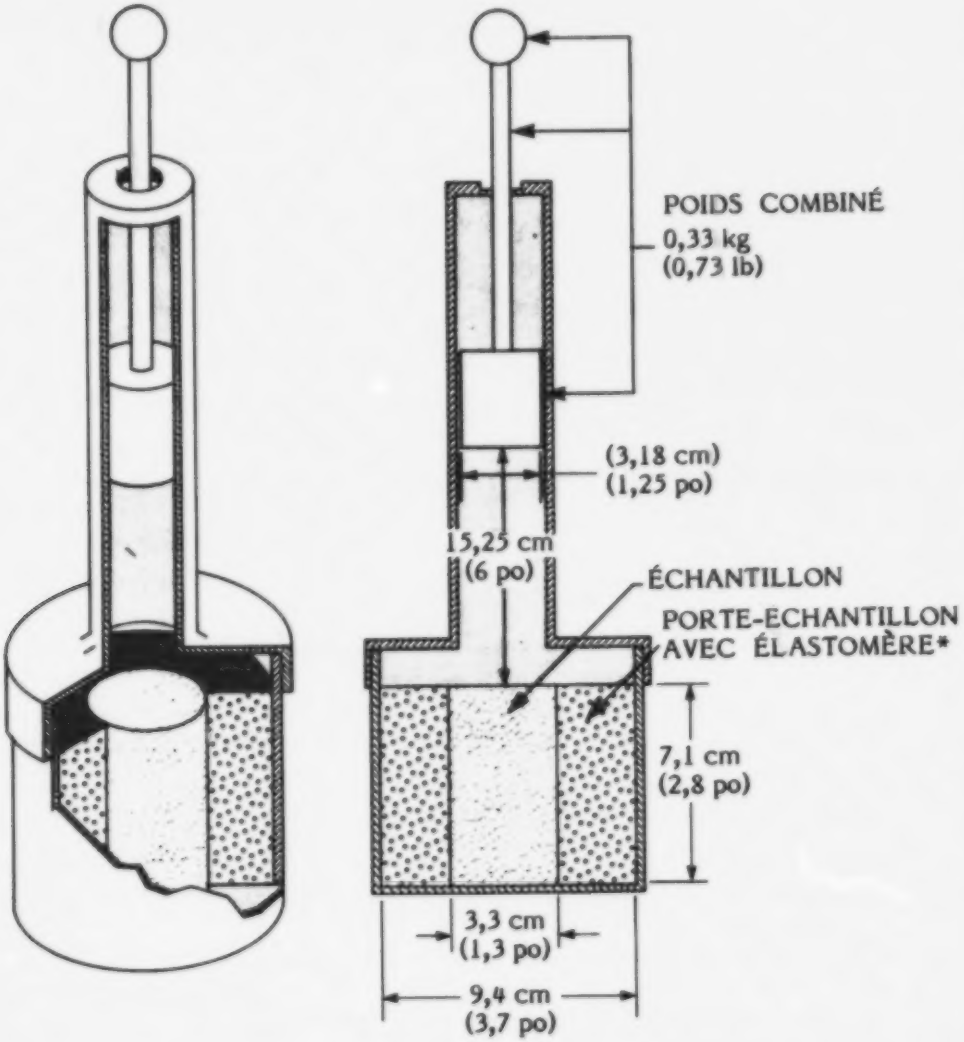


FIGURE I.1 DIAGRAMME DE LA MÉTHODE DE LESSIVAGE PAR LOTS MULTIPLES



* PORTE-ÉCHANTILLON AVEC ÉLASTOMÈRE,
ASSEZ SOLIDE POUR MAINTENIR L'ÉCHANTILLON

FIGURE I.2 DISPOSITIF DE VÉRIFICATION DE LA SOLIDITÉ STRUCTURALE
(U.S. EPA, 1980)

échantillons peuvent être coulés en cylindres de 33 mm (1,3 po) de diamètre sur 7,1 cm (2,8 po) de longueur, que l'on devra solidifier dans une atmosphère complètement saturée d'eau pendant 7 jours avant la poursuite de l'essai.

c) Introduire l'échantillon dans le dispositif d'essai de solidité structurale. Soulever le marteau à sa hauteur maximale et le relâcher. Répéter le martelage 15 fois.

d) Enlever le cylindre du porte-échantillon, le peser, et passer à l'étape I.5 de l'extraction.

I.4 Sous-échantillonnage (d'après ASTM, 1979)

La présente méthode est applicable à des particules à écoulement libre. Elle sert au sous-échantillonnage à partir d'échantillons principaux (étapes I.1 ou I.2) pour obtenir des échantillons destinés aux extractions (étape I.5). L'échantillon est subdivisé sur une feuille imperméable de papier glacé ou sur de la toile cirée, ou encore sur une autre matière flexible, en procédant de la façon suivante:

a) Verser l'échantillon au centre de la feuille.

b) Étaler délicatement l'échantillon à l'aide d'une lame droite, jusqu'à ce qu'il soit réparti uniformément et que son épaisseur soit à peu près égale au diamètre des particules.

c) Mélanger à nouveau l'échantillon en soulevant un coin de la feuille et en le rabaissant sur le coin opposé de telle façon que le produit roule sur lui-même; un simple glissement du produit ne suffit pas. Poursuivre l'opération avec chaque coin en suivant le sens des aiguilles d'une montre. Répéter l'opération 10 fois.

d) Soulever les quatre coins de la feuille vers le centre. En maintenant ensemble les quatre coins, soulever toute la feuille de façon à former une poche contenant l'échantillon.

e) Répéter l'étape 2.

f) À l'aide d'une tige (comme, par exemple, une baguette ayant un bord en biseau, au moins aussi longue que la largeur de la masse étalée de l'échantillon), diviser délicatement ce dernier en plusieurs quartiers. Prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter d'exercer une trop grande pression sur la baguette et d'endommager ainsi les particules.

I.5 Extractions par lots

Les extractions sont effectuées dans des bouteilles carrées fermées. Lorsque les substances contaminantes recherchées sont de nature minérale, on utilise des bouteilles en polyéthylène; lorsqu'il s'agit de substances organiques, il faut des bouteilles en verre.

La quantité de résidus et d'agent de lessivage introduite dans chaque bouteille est calculée selon le poids (poids humide pour les résidus) en suivant les méthodes de calcul précisées ci-dessous. Le tableau I.1 présente les instructions pour la préparation des agents de lessivage acide et synthétique.

a) Les six bouteilles d'extraction contenant les résidus et l'agent de lessivage sont remplies à environ 90 p. 100 de leur capacité.

b) Ajouter la quantité calculée de résidus à chacune des six bouteilles.

c) Ajouter dans les bouteilles une quantité d'agent de lessivage, donnée par la formule suivante:

$$M_L = M_R$$

où: M_L = masse de l'agent de lessivage (g).

d) Agiter les bouteilles en utilisant un appareil comme celui de la figure I.3, pendant 24 h, ± 0,5 h à la température de la pièce. Régler la vitesse de rotation entre 2 et 3 t/mn.

I.6 Analyse du lessivat

a) Après la période d'agitation, séparer la phase aqueuse de la phase solide par décantation, centrifugation ou filtration sur un papier filtre approprié. Filtrer sous vide la phase aqueuse à travers un filtre à membrane de 0,45 µm. Pour les résidus huileux, employer un filtre de 8 µm (ASTM, 1979).

b) Mesurer le pH et la conductivité du filtrat.

c) Transférer le filtrat dans des bouteilles pour échantillons, de façon à pouvoir effectuer correctement les analyses chimiques voulues.

I.7 Analyse des résidus

a) Déterminer la teneur en matières solides totales des résidus, comme suit:

- faire sécher des soucoupes à 104 ± 2 °C;
- laisser refroidir une soucoupe dans un dessiccateur et la peser (M_0);
- placer environ 50 g de résidus sur la soucoupe et peser (M_1);
- faire sécher à 104 ± 2 °C pendant 24 heures;
- laisser refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur et repeser (M_2);
- calculer la teneur en matières solides totales (S_T) grâce à l'équation suivante:

TABLEAU I.1 PRÉPARATION DES AGENTS DE LESSIVAGE

	Solution acide (ASTM, 1979)	Produit de lessivage synthétique (Stanforth *et al.*, 1979)
Composition chimique	- Acétate de sodium (0,0451 M) - Acide acétique glacial (0,0816 M)	- Acétate de sodium (0,15 M) - Acide acétique glacial (0,15 M) - Glycine (0,05 M) - Acide salicylique (0,007 M)
	1. Préparer une solution concentrée (x10) par la dissolution de 49 g (46,8 ml) d'acide acétique glacial et de 37 g d'acétate de sodium anhydre dans de l'eau distillée (si c'est de l'acétate de sodium trihydraté, prendre 64,4 g).	1. Préparer une solution concentrée (x10), par dissolution de 90,1 g (85,9 ml) d'acide acétique glacial, de 123,1 g d'acétate de sodium anhydride, de 37,5 g de glycine et de 9,7 g d'acide salicylique dans 1 l d'eau distillée (s'il s'agit d'acétate de sodium trihydraté, prendre 204,1 g).
	2. Préparer 1 l de solution acide en utilisant 100 ml de la solution concentré et en complétant à 1 l avec de l'eau distillée.	2. Préparer 1 l de lessivat synthétique en utilisant 100 ml de la solution concentrée et en complétant à 1 l avec de l'eau distillée.
	3. Ajuster le pH à 4,5 ± 0,1 en ajoutant goutte à goutte de l'acide acétique ou de la soude (40 g/l), selon les besoins.	

Calculer la quantité des résidus devant être ajoutée dans chaque bouteille en utilisant la formule approximative suivante, et en négligeant la densité:

$$M_R = \frac{0{,}9\ V}{R + 1}$$

où: V = volume de la bouteille (ml)

minimum: 500 ml si R = 4/1

1000 ml si R = 20/1

R = rapport liquide-solide

M_R = masse des résidus (g)

$$S_T = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0}$$

b) Déterminer la teneur en matières solides fixées, comme suit:

- placer échantillon et soucoupe dans un four à moufle à 550 °C pendant 1 heure;
- laisser refroidir brièvement à l'air, puis introduire dans un dessiccateur pour refroidissement;
- peser (M_3);
- calculer la teneur en matières solides fixées (S_F) grâce à l'équation suivante:

$$S_F = \frac{M_3 - M_0}{M_2 - M_0}$$

c) Si possible, analyser les résidus pour rechercher les substances contaminantes dans le lessivat.

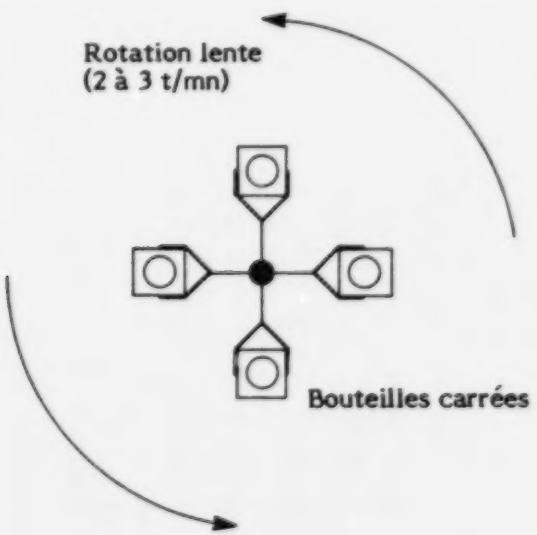


FIGURE I.3 AGITATEUR

I.8 Rapport

a) Le rapport doit comporter une description des résidus:

- source;
- caractéristiques physiques observées (par ex. couleur, odeur, taille des particules, homogénéité, phases);
- teneurs en matières solides totales et en matières solides fixées;
- composition chimique (poids sec).

b) Les résultats des analyses du lessivat peuvent être exprimés selon l'une des trois formes suivantes (la composition chimique des résidus doit être connue si on veut calculer la capacité de lessivage):

1° *Concentration*: Rapport de la masse de substance chimique X dans le produit de lessivage (M_{XL}) au volume de lessivat (V_L):

$$C_{XL} = \frac{M_{XL}}{V_L}$$

2° *Taux de libération*: Rapport de la masse de substance chimique X dans un lessivat (M_{XL}) à la masse d'échantillon lessivé (M_S); ce rapport est aussi égal au produit du rapport liquide-solide (R) et de la concentration de la substance chimique X dans le produit de lessivage (C_{XL}):

$$REL_X = \frac{M_{XL}}{M_S} = \frac{M_{XL}}{M_S} \times \frac{V_L}{V_L} = \frac{V_L}{M_S} \times \frac{M_{XL}}{V_L} = R.C_{XL}$$

3° *Efficacité*: Rapport de la masse de substance chimique X dans un lessivat (M_{XL}) à la masse de cette substance dans l'échantillon lessivé (M_{XS}), exprimé sous forme de pourcentage:

$$EFF_X = \frac{M_{XL}}{M_{XS}} \times 100\%$$

ANNEXE II

RÉSULTATS DES ESSAIS DE LESSIVAGE*

* *Note:* Abréviations apparaissant à l'annexe II: ED, eau distillée; SA, solution acide; LS, lessivat synthétique; N.D., non décelé; COT, carbone organique total; DCO, demande chimique en oxygène; DBO, demande biochimique en oxygène.

Échantillon n° 1 Type de résidus: boues brutes d'usinage de métaux

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: particules vertes de la taille du limon

Phase solide Matières solides totales: 9,7 % Matières solides volatiles: 9,8 %

PARAMÈTRE	Cu	Mg
Concentration (ppm)	180 000	13 200

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cu	Mg	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,24	<0,1	11,55	8,90
	ED 20/1	0,05	<0,1	10,80	1,70
	SA 4/1	110	53,5	5,55	8,25
	SA 20/1	371	32	4,70	4,90
	LS 4/1	1910	117	5,45	12,15
	LS 20/1	873	57	4,85	9,85
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,96			
	ED 20/1	1,00			
	SA 4/1	440	214		
	SA 20/1	7420	640		
	LS 4/1	7640	468		
	LS 20/1	17 460	1140		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	<0,01			
	ED 20/1	<0,01			
	SA 4/1	2,52	16,7		
	SA 20/1	42,5	50,0		
	LS 4/1	43,8	36,6		
	LS 20/1	100	89,0		

Échantillon n° 1 Type de résidus: boues brutes d'usinage de métaux

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 68,8 ml = 0,737 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	1,5	74	< 0,1	29	< 0,1	< 0,1	68	5,30	2,70
	ASTM ED	3,7	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	11,4	4,80
	ASTM SA	3,5	137	< 0,1	36	< 0,1	< 0,1	97	5,30	6,40
Libération (µg/g)	EPA	30,0	1480		580			1360		
	ASTM ED	14,8	1,20		0,40			1,20		
	ASTM SA	14,0	548		144			388		
Capacité de lessivage (%)	EPA		24,3		45,3					
	ASTM ED		0,02		0,03					
	ASTM SA		8,98		11,2					

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon n° 2 Type de résidus: boues asséchées d'usinage de métaux

Date de l'essai: mai 1981

Remarques: particules vertes d'une taille de 3 mm à 50 mm

Phase solide Matières solides totales: 20,5 % Matières solides volatiles: 15,0 %

PARAMÈTRE	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn	Al	Ca	Cd
Concentration ppm	77 000	223 000	12 200	16 900	105	2620	62 800	573	75 500	44

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	1,8	0,47	<0,1	5,95	<0,1	<0,1	0,04	8,7	3,25
	ED 20/1	0,5	0,20	<0,1	3,85	<0,1	<0,1	0,12	8,6	1,40
	SA 4/1	1,0	168	<0,1	99,0	0,5	<0,1	110	6,3	6,40
	SA 20/1	0,4	3,57	<0,1	231,1	<0,1	<0,1	4,41	5,6	7,10
	LS 4/1	25	922	<0,1	109	0,6	<0,1	106	6,1	11,00
	LS 20/1	3,0	767	<0,1	275	0,5	<0,1	21,0	5,2	9,10
Libération (µg/g)	ED 4/1	7,2	1,9		23,8			0,16		
	ED 20/1	10,0	4,0		77,0			2,40		
	SA 4/1	4,0	672		396	2,00		440		
	SA 20/1	8,0	71		4620			88,2		
	LS 4/1	100	3688		436	2,40		424		
	LS 20/1	60,0	15 340		5640	10,0		420		
Capacité de (%)	ED 4/1	0,05			0,69			<0,01		
	ED 20/1	0,06	0,01		2,22			0,02		
	SA 4/1	0,03	1,5		11,4	9,3		3,42		
	SA 20/1	0,05	0,16		133			0,69		
	LS 4/1	0,63	8,1		12,5	11,1		3,29		
	LS 20/1	0,38	33,6		158	46,5		3,26		

Échantillon nº 2 Type de résidus: boues asséchées d'usinage de métaux

Date de l'essai: mai 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 242 ml = 1,03 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	0,4	74,0	< 0,1	99	0,5	< 0,1	68,0	5,20	2,80
	ASTM ED	2,0	0,35	< 0,1	4,9	< 0,1	< 0,1	0,05	8,50	2,90
	ASTM SA	0,5	2,39	< 0,1	108	< 0,1	< 0,1	2,24	6,70	6,80
Libération (µg/g)	EPA	8,0	1480		1980	10		1360		
	ASTM ED	8,0	1,40		19,6			0,20		
	ASTM SA	2,0	9,56		432			8,96		
Capacité de lessivage (%)	EPA	0,05	3,24		57,2	46,5		10,6		
	ASTM ED	0,05	< 0,01		0,57			< 0,01		
	ASTM SA	0,01	0,02		12,5			0,07		

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: sable noir

Phase solide Matières solides totales: 92,0% Matières solides volatiles: 1,5%

PARAMÈTRE	COT	Phénol
Concentration (ppm)	10 100	< 1

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	COT	Phénol	DBO	DCO	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	3,8		4	59	3,1	0,96
	ED 20/1	2,1	0,05	4	2,0	3,3	1,25
	SA 4/1					4,9	4,30
	SA 20/1					5,9	5,00
	LS 4/1					5,0	10,0
						5,7	12,5
Libération (µg/g)	ED 4/1	15,2		16	236		
	ED 20/1	42,0	1,00	80	40		
	SA 4/1						
	SA 20/1						
	LS 4/1						
	LS 20/1						
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,16					
	ED 20/1	0,45					
	SA 4/1						
	SA 20/1						
	LS 4/1						
	LS 20/1						

Échantillon n° 3 Type de résidus: sable de fonderie

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 11 ml = 0,054 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Phénol	DBO_5	DCO	COT	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	0,010					
	ASTM ED	0,015	4	<1	3,7	5,50	0,27
	ASTM SA					5,20	5,40
Libération (µg/g)	EPA	0,20					
	ASTM ED	0,06	16		14,8		
	ASTM SA						
Capacité de lessivage (%)	EPA						
	ASTM ED				0,16		
	ASTM SA						

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		

Échantillon n° 4 Type de résidus: liquide de décapage solidifié et poussières de filtres à sacs

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: particules brun-rougeâtre de 30 mm à 100 mm, solidifiées par addition de silicates et de chaux

Phase solide Matières solides totales: 82,8 % Matières solides volatiles: 7,6 %

PARAMÈTRE	Cd	Fe	Mo	Pb
Concentration (ppm)	750	170 000	675	9980

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Fe	Mo	Pb	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,01	<0,1	13,0	<0,1	9,0	15,0
	ED 20/1	<0,01	<0,1	6,3	<0,1	7,1	5,4
	SA 4/1	0,02	0,1	9,8	<0,1	9,1	17,8
	SA 20/1	0,25	0,2	1,8	<0,1	7,9	10,9
	LS 4/1	9,66	0,7	8,9	<0,1	8,9	23,5
	LS 20/1	11,1	2,3	0,3	0,7	6,8	16,5
Libération (µg/g)	ED 4/1			52			
	ED 20/1			126			
	SA 4/1	0,08	0,40	39,2			
	SA 20/1	5,0	4,0	36,0			
	LS 4/1	38,6	2,8	35,6			
	LS 20/1	223	46	6,0	14		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			9,3			
	ED 20/1			22,5			
	SA 4/1	0,01	<0,01	7,0			
	SA 20/1	0,81	<0,01	6,4			
	LS 4/1	6,2	<0,01	6,4			
	LS 20/1	35,9	0,03	1,1	0,17		

Échantillon n° 4 Type de résidus: liquide de décapage solidifié et poussières de filtres à sacs

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 400 ml = 2,0 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Fe	Mo	Pb	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	7,98	0,1		1,6	5,80	8,30
	ASTM ED	<0,01	0,1	8,0	<0,1	9,00	12,0
	ASTM SA	2,90	3,7	0,3	4,3	9,10	14,0
Libération (µg/g)	EPA	160	2,0		32,0		
	ASTM ED		0,4	32			
	ASTM SA	11,6	14,8	1,2	17,2		
Capacité de lessivage (%)	EPA	25,7	<0,01		0,39		
	ASTM ED		<0,01	5,73			
	ASTM SA	1,87	0,01	0,21	0,21		

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unité)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM EA		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon nº 5 Type de résidus: cendres volantes provenant d'une station génératrice alimentee au charbon

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: particules grises de 75 µm à 100 µm

Phase solide Matières solides totales: 99,5 % Matières solides volatiles: 0,2 %

PARAMÈTRE	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg
Concentration (ppm)	< 0,5	128 000	10,8	27 900	< 0,8	23,3	77,6	112 000	134 000	5720

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1		1,07	<0,001	626	0,01	0,43	0,045	0,16	56	0,23	2,8	3,6
	ED 20/1		5,57	<0,001	287	<0,01	0,11	<0,008	<0,01	6	0,74	10,9	1,8
	SA 4/1		1,37	<0,001	1630	0,02	<0,01	0,028	0,17	81	109	5,7	8,4
	SA 20/1		33,7	0,012	637	<0,01	0,15	0,172	2,65	14	55,5	4,8	5,5
	LS 4/1		16,2	0,028	1910	0,04	<0,01	1,54	3,44	69	225	5,7	13,0
	LS 20/1		44,9	0,022	601	<0,01	0,28	0,431	9,75	11	34,2	4,9	9,3
Libération (µg/g)	ED 4/1		4,28		2500	0,04	1,72	0,18	0,64	224	0,92		
	ED 20/1		111		5740		2,20			120	14,8		
	SA 4/1		5,48		6520	0,08		0,11	0,68	324	436		
	SA 20/1		674	0,24	12 700		3,00	3,44	53,0	280	1110		
	LS 4/1		64,8	0,11	7640	0,16		6,16	13,8	276	900		
	LS 20/1		898	0,44	12 000		5,60	8,62	195	220	1084		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		<0,01		9,02		7,42	0,23	<0,01	0,17	0,02		
	ED 20/1		0,09		20,7		9,49			0,09	0,26		
	SA 4/1		<0,01		23,5			0,15	<0,01	0,24	7,66		
	SA 20/1		0,53	2,23	45,9		12,9	4,46	0,05	0,21	19,5		
	LS 4/1		0,05	1,04	27,3			7,98	0,01	0,21	15,8		
	LS 20/1		0,71	4,09	43,3		24,2	11,2	0,17	0,17	19,1		

Échantillon n° 5 Type de résidus: cendres volantes

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: 99,5 % Matières solides volatiles: 0,2 %

PARAMÈTRE	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	208	< 30	8800	93	830	45	1230	6420	48,2	103

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,01	1,9	93	0,09	0,7	<0,05	14,5	<0,005	0,176	0,23
	ED 20/1	<0,01	<0,3	20	<0,05	<0,6	<0,05	4,62	<0,005	0,089	<0,05
	SA 4/1	0,03	2,0		0,07	1,0	<0,05	15,9	<0,005	0,036	<0,05
	SA 20/1	1,23	<0,3		0,16	1,0	<0,05	6,79	0,188	0,038	0,43
	LS 4/1	4,81	1,1		0,71	<0,6	<0,05	21,5	0,040	0,005	0,70
	LS 20/1	1,20	<0,3		0,13	<0,6	<0,05	6,30	0,188	0,313	0,34
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,04	7,6	372	0,36	2,8		58,0		0,70	0,92
	ED 20/1			400				92,4		1,78	
	SA 4/1	0,12	8,0		0,28	4,0		63,6		0,14	
	SA 20/1	24,6			3,20	20		136	3,76	0,76	8,60
	LS 4/1	19,2	4,4		2,84			86,0	0,16	0,02	2,80
	LS 20/1	24,0			2,60			126	3,76	6,26	6,80
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,02		4,25	0,39	0,34		4,74		1,47	0,90
	ED 20/1			4,57				7,55		3,71	
	SA 4/1	0,06			0,30	0,48		5,20		0,30	
	SA 20/1	11,9			3,46	2,42		11,1	0,06	1,58	8,39
	LS 4/1	9,3			3,07			7,03	0,01	0,04	2,73
	LS 20/1	11,6			2,81			10,3	0,06	13,1	6,64

Échantillon nº 5 Type de résidus: cendres volantes

Date de l'essai: juin 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 77 ml = 0,39 mé H^+/g de résidu

Médhode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	1,43	6,06	0,110	< 0,001	338	< 0,01	< 0,01	0,052	0,08	18	5,00	1,60
	ASTM ED	3,55	12,9	0,115	< 0,001	375	< 0,01	0,13	0,034	0,05	41	3,30	2,65
	ASTM SA	32,7	22,3	0,089	0,012	795	0,02	0,38	0,219	16,9	57	4,70	6,00
Libération (µg/g)	EPA	28,6	121	2,20		6760			1,04	1,60	360		
	ASTM ED	14,2	51,6	0,46		1500		0,52	0,14	0,20	164		
	ASTM SA	131	89,2	0,36	0,05	3180	0,08	1,52	0,88	67,6	228		
Capacité de lessivage (%)	EPA	0,02				24,4			1,35	<0,01	0,27		
	ASTM ED	0,01				5,40		2,24	0,18	<0,01	0,12		
	ASTM SA	0,10			0,45	11,5		6,56	1,13	0,06	0,17		

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (mg/l)	EPA	17,2	0,20	0,6	26,0	0,13	0,8	<0,05	6,14	4,45	0,008	0,036	0,05
	ASTM ED	7,59	0,03	0,7	62,0	0,07	< 0,6	<0,05	0,26	7,05	< 0,005	0,082	<0,05
	ASTM SA	42,1	0,89	0,5		0,27	5,1	<0,05	24,0	9,55	1,21	0,505	0,48
Libération (µg/g)	EPA	344	4,00	12,0	520	2,60	16,0		123	89,0	0,16	0,72	1,00
	ASTM ED	30,4	0,12	2,80	248	0,28			1,04	28,2		0,33	
	ASTM SA	168	3,56	2,00		1,08	20,4		96,0	38,2	4,84	2,02	1,92
Capacité de lessivage (%)	EPA	6,04	1,93		5,94	2,81	1,94			7,27	< 0,01	1,50	0,98
	ASTM ED	0,53	0,06		2,83	0,30				2,30		0,68	
	ASTM SA	2,96	1,72			1,17	2,47			3,12	0,08	4,21	1,87

Échantillon n° 6 Type de résidus: cendres de foyer d'une station génératrice alimentée au charbon

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: particules noires de 0,075 mm à 10 mm

Phase solide Matières solides totales: 99,1 % Matières solides volatiles: 2,2 %

PARAMÈTRE	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg
Concentration (ppm)	< 0,5	121 000	9,15	21 200	< 0,8	< 0,8	74,9	197 000	12 800	5280

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,005	0,11	<0,001	169	<0,01	0,02	0,016	0,04	<1	6,31	4,5	0,89
	ED 20/1	<0,005	<0,01	<0,001	40,2	<0,01	0,01	<0,008	<0,01	<1	1,66	5,0	0,28
	SA 4/1	<0,005	17,5	0,005	371	<0,01	0,06	0,291	16,7	<1	9,56	4,5	4,20
	SA 20/1	<0,005	2,24	0,001	53,9	<0,01	0,03	0,124	1,22	<1	2,76	4,6	3,60
	LS 4/1	<0,005	7,11	0,003	330	<0,01	0,02	0,367	1,01	<1	10,6	4,7	9,40
	LS 20/1	<0,005	5,74	0,002	62,4	<0,01	0,03	0,122	9,80	<1	2,46	4,6	8,90
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,44		676		0,08	0,06	0,16		25,2		
	ED 20/1				804		0,20				33,2		
	SA 4/1		70,0	0,020	1484		0,24	1,16	66,8		38,2		
	SA 20/1		44,8	0,020	1078		0,60	2,48	24,4		53,2		
	LS 4/1		28,4	0,012	1320		0,08	1,47	4,04		42,4		
	LS 20/1		115	0,040	1248		0,60	2,44	196		49,2		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		<0,01		3,22			0,09	<0,01		0,48		
	ED 20/1				3,83						0,63		
	SA 4/1		0,06	0,22	7,06			1,57	0,03		0,73		
	SA 20/1		0,04	0,22	5,13			3,34	0,01		1,05		
	LS 4/1		0,02	0,13	6,28			1,98	<0,01		0,81		
	LS 20/1		0,10	0,44	5,94			3,29	0,10		0,94		

Échantillon nº 6 Type de résidus: cendres de foyer

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	380	< 30	6800	97	520	10	1010	6000	195	57

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn	B	Ba	Si
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,90	< 0,3	1	0,11	< 0,6	< 0,05	0,977	< 0,005	< 0,005	0,07	0,375	0,040	4,68
	ED 20/1	0,20	< 0,3	1	< 0,05	< 0,6	< 0,05	0,286	< 0,005	< 0,005	< 0,05	0,108	0,108	0,90
	SA 4/1	1,45	< 0,3		0,16	< 0,6	< 0,05	1,30	0,072	< 0,005	3,48	0,500	0,154	16,0
	SA 20/1	0,30	< 0,3		0,06	< 0,6	< 0,05	0,320	< 0,005	< 0,005	0,15	0,103	0,246	2,20
	LS 4/1	1,47	< 0,3		0,18	< 0,6	< 0,05	1,35	< 0,005	< 0,005	0,30	0,514	0,074	9,83
	LS 20/1	0,39	< 0,3		< 0,05	< 0,6	< 0,05	0,475	0,105	< 0,005	0,14	0,132	0,428	5,16
Libération (µg/g)	ED 4/1	3,60		4	0,44			3,91			0,28	1,50	0,16	18,7
	ED 20/1	4,00		20				5,72				2,16	2,16	18,0
	SA 4/1	5,80			0,64			5,20	0,29		13,9	2,00	0,62	64,0
	SA 20/1	6,00			1,20			6,40			3,0	2,06	4,92	44,0
	LS 4/1	5,88			0,72			5,40			1,2	2,06	0,30	39,3
	LS 20/1	7,80						9,50	2,10		2,8	2,64	8,56	103
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,96		0,06	0,46			0,39			0,50			
	ED 20/1	1,06		0,30				0,57						
	SA 4/1	1,34			0,67			0,52	< 0,01		24,6			
	SA 20/1	1,59			1,25			0,64			5,31			
	LS 4/1	1,36			0,75			0,54			2,12			
	LS 20/1	2,07						0,95	0,04		4,96			

Échantillon n° 6 Type de résidus: cendres de foyer

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 0 ml = 0 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	<0,005	<0,01	0,123	0,084	<0,001	39,2	<0,01	<0,01	0,035	0,14	5,20	0,60
	ASTM ED	<0,005	0,93	0,401	0,059	<0,001	102	<0,01	<0,01	0,067	0,11	2,70	0,69
	ASTM SA	<0,005	3,54	0,513	0,067	0,001	184	<0,01	0,02	0,097	0,84	3,70	4,38
Libération (µg/g)	EPA			2,46	1,68		784			0,70	2,80		
	ASTM ED		3,72	1,60	0,24		408			0,27	0,44		
	ASTM SA		14,2	2,05	0,27	0,01	736		0,08	0,39	3,36		
Capacité de lessivage (%)	EPA						3,73			0,94	<0,01		
	ASTM ED		<0,01				1,94			0,36	<0,01		
	ASTM SA		0,01			0,04	3,50			0,52	<0,01		

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (mg/l)	EPA	<1	1,42	0,21	<0,3	2	0,18	<0,6	<0,05	0,87	0,266	< 0,005	<0,005	0,09
	ASTM ED	<1	4,83	0,68	<0,3	1	0,09	<0,6	<0,05	3,00	0,679	< 0,005	<0,005	0,08
	ASTM SA	<1	9,32	1,03	<0,3		0,12	<0,6	<0,05	4,01	0,852	< 0,005	<0,005	0,35
Libération (µg/g)	EPA		28,4	4,20		40	3,60			17,4	5,32			1,80
	ASTM ED		19,3	2,72		4	0,36			12,0	2,72			0,32
	ASTM SA		37,3	4,12			0,48			16,0	3,41			1,40
Capacité de lessivage	EPA		0,54	1,12		0,59	3,75				0,33			3,19
	ASTM ED		0,37	0,72		0,06	0,37				0,27			0,57
	ASTM SA		0,71	1,09			0,50				0,34			2,48

Échantillon n° 7 Type de résidus: cendres de foyer d'une station génératrice alimentée au charbon

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: gris-brun

Phase solide Matières solides totales: 60,1 % Matières solides volatiles: 8,0 %

PARAMÈTRE	Ag	Al	B	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K
Concentration (ppm)	<0,05	86 400	268	2,21	78 800	3,8	20,3	22,8	33 100	3800

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	B	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,005	<0,01	3,13	<0,001	48,9	<0,1	0,02	<,008	<0,01	<1	9,7	0,5
	ED 20/1	<0,005	<0,01	0,853	<0,001	31,7	<0,1	0,01	0,012	0,02	<1	9,6	0,2
	SA 4/1	<0,005	6,12	6,45	<0,001	833	0,2	0,02	0,028	0,67	<1	5,2	5,4
	SA 20/1	<0,005	26,3	1,89	0,004	273	<0,1	0,06	0,061	10,8	<1	4,6	3,8
	LS 4/1	<0,005	96,6	8,21	0,017	1170	<0,1	0,06	0,161	63,0	<1	4,2	11,4
	LS 20/1	<0,005	58,3	2,20	0,007	359	<0,1	0,04	0,054	38,3	<1	4,0	9,5
Libération (µg/g)	ED 4/1			12,5		196		0,08					
	ED 20/1			17,1		634		0,20	0,24	0,40			
	SA 4/1		24,5	25,8		3330	0,08	0,08	0,11	2,68			
	SA 20/1		526	37,8	0,08	5460		1,20	1,22	216			
	LS 4/1		386	32,8	0,07	4680		0,24	0,64	252			
	LS 20/1		1170	44,0	0,14	7180		0,80	1,08	766			
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			7,77		0,41		0,66					
	ED 20/1			10,6		1,34		1,64	1,75	<0,01			
	SA 4/1		0,05	16,0		7,04	3,5	0,66	0,82	0,01			
	SA 20/1		1,01	23,5	6,2	11,5		9,84	8,90	1,09			
	LS 4/1		0,74	20,4	5,0	9,88		1,97	4,70	1,27			
	LS 20/1		2,25	27,3	10,5	15,2		6,56	7,88	3,85			

Échantillon nº 7 Type de résidu: cendres de foyer

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn	Co	Th
Concentration (ppm)	7170	587	< 30	3200	34	630	5	230	2870	48	20	16	23

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn	Co	Th
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,64	<0,01	<0,3	8	<0,05	<0,6	<0,05	0,292	<0,005	0,141	<0,05	<0,05	<0,01
	ED 20/1	0,70	<0,01	<0,3	2	<0,05	<0,6	<0,05	0,127	<0,005	0,042	<0,05	<0,05	<0,01
	SA 4/1	43,5	1,36	0,3		0,20	0,7	<0,05	2,48	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01
	SA 20/1	16,5	0,79	<0,3		0,22	<0,6	<0,05	0,858	0,176	<0,005	0,07	<0,05	<0,01
	LS 4/1	64,7	3,84	0,5		0,18	0,9	<0,05	3,56	1,84	0,083	<0,05	<0,05	<0,01
	LS 20/1	22,3	1,50	0,3		0,06	<0,6	<0,05	1,17	1,06	0,031	<0,05	<0,05	<0,01
Libération (µg/g)	ED 4/1	2,56			32				1,17		0,56			
	ED 20/1	14,0			40				2,54		0,84			
	SA 4/1	174	5,44	1,2		0,80	2,8		9,92					
	SA 20/1	330	15,8			4,40			17,2	3,52		1,40		
	LS 4/1	259	15,4	2,0		0,72	3,6		14,2	7,36	0,33			
	LS 20/1	446	30,0	6,0		1,20			23,4	21,2	0,62			
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,06			1,66				0,78		1,96			
	ED 20/1	0,32			2,08				1,69		2,91			
	SA 4/1	4,04	1,54			3,92	0,74		6,60					
	SA 20/1	7,66	4,48			21,5			11,4	0,20		11,7		
	LS 4/1	6,01	4,35			3,52	0,93		9,48	0,43	1,15			
	LS 20/1	10,4	8,50			5,87			15,6	1,23	2,15			

Échantillon nº 7 Type de résidus: cendres de foyer

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Zr	U
Concentration (ppm)	223	18,5

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Zr	Ba	Hg	Si
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,05	0,189	<1	15,9
	ED 20/1	< 0,05	0,192	<1	5,73
	SA 4/1	< 0,05	1,31	<1	70,6
	SA 20/1	< 0,05	2,74	<1	33,9
	LS 4/1	0,09	1,18	<1	155
	LS 20/1	0,05	2,13	<1	102
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,76		63,6
	ED 20/1		3,84		115
	SA 4/1		5,24		282
	SA 20/1		54,8		1078
	LS 4/1	0,36	4,72		620
	LS 20/1	1,00	42,6		2040
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1				
	ED 20/1				
	SA 4/1				
	SA 20/1				
	LS 4/1	0,27			
	LS 20/1	0,75			

Échantillon nº 8 Type de résidus: cendres volantes d'une station génératrice alimentée au charbon

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: gris-clair

Phase solide Matières solides totales: 100 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	B	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K
Concentration (ppm)	<0,5	111 000	442	3,28	94 600	4,7	28,8	38	31 300	6200

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	B	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,005	1,09	8,45	<0,001	457	<0,01	0,83	0,012	0,05	4	11,4	3,0
	ED 20/1	< 0,005	3,77	3,92	<0,001	192	<0,01	0,21	0,008	0,03	1	11,2	1,5
	SA 4/1	< 0,005	1,26	20,7	<0,001	1830	0,02	1,01	0,008	0,11	3	10,1	7,0
	SA 20/1	< 0,005	13,0	10,5	<0,001	944	0,01	0,27	0,095	3,05	<1	5,2	6,5
	LS 4/1	< 0,005	0,89	30,3	<0,001	2890	0,02	0,76	0,387	0,21	2	8,5	15,0
	LS 20/1	<0,005	168	14,4	0,022	1410	0,01	0,19	0,213	145	<1	5,2	12,5
Libération (µg/g)	ED 4/1		4,36	33,8		1828		3,32	0,05	0,20	16		
	ED 20/1		75,4	78,4		3840		4,20	0,16	0,60	20		
	SA 4/1		5,04	82,8		7320	0,08	4,04	0,03	0,44	12		
	SA 20/1		260	210		18 880	0,20	5,40	1,90	61,0			
	LS 4/1		3,56	121		11 560	0,08	3,04	1,55	0,84	8		
	LS 20/1		3360	288	0,44	28 200	0,20	3,80	4,26	2900			
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		<0,01	7,65		1,93		11,5	0,13	<0,01	0,26		
	ED 20/1		0,07	17,7		4,06		14,6	0,42	<0,01	0,32		
	SA 4/1		<0,01	18,7		7,74	1,70	14,0	0,08	<0,01	0,19		
	SA 20/1		0,23	47,5		19,9	4,26	18,8	5,00	0,19			
	LS 4/1		<0,01	27,4		12,2	1,70	10,6	4,07	<0,01	0,13		
	LS 20/1		3,03	65,2	13,3	29,8	4,26	13,2	11,2	9,27			

Échantillon nº 8 Type de résidus: cendres volantes

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn	Co	Th
Concentration (ppm)	9310	721	60	4100	44	710	40	327	3700	65,4	43	23	25

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn	Co	Th
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,05	< 0,01	1,1	6	0,05	< 0,6	< 0,05	3,18	< 0,005	0,028	< 0,05	< 0,05	0,05
	ED 20/1	0,13	< 0,01	0,4	1	< 0,05	< 0,6	< 0,05	0,864	< 0,005	0,091	0,05	< 0,05	0,08
	SA 4/1	2,12	< 0,01	1,3		< 0,05	0,9	< 0,05	5,85	< 0,005	0,410	< 0,05	< 0,05	< 0,01
	SA 20/1	67,4	1,31	0,5		0,23	1,0	< 0,05	2,81	0,112	0,048	0,40	< 0,05	0,03
	LS 4/1	134	0,26	1,6		0,21	1,6	< 0,05	8,75	< 0,005	0,744	< 0,05	< 0,05	< 0,01
	LS 20/1	112	6,08	0,8		0,31	1,9	< 0,05	4,18	6,67	0,505	0,21	< 0,05	< 0,01
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,20		4,4	24	0,20			12,7		0,11			0,2
	ED 20/1	2,60		8,0	20				17,3		1,82	1,0		1,6
	SA 4/1	8,48		5,2			3,6		23,4		1,64			
	SA 20/1	1348	26,2	10,0		4,60	20,0		56,2	2,24	0,96	8,0		0,6
	LS 4/1	536	1,04	6,4		0,84	6,4		35,0		2,98			
	LS 20/1	2240	122	16,0		6,20	38,0		83,6	133	10,1	4,2		
Capacité de lessivage	ED 4/1	< 0,01		7,33	0,59	0,45			3,89		0,17			0,8
	ED 20/1	0,03		13,3	0,49				5,28		2,78	2,33		6,4
	SA 4/1	0,09		8,67			0,51		7,16		2,51			
	SA 20/1	14,5	3,63	16,7		10,5	2,82		17,2	0,06	1,47	18,6		2,4
	LS 4/1	5,76	0,14	10,7		1,91	0,90		10,7		4,55			
	LS 20/1	24,1	16,9	26,7		14,1	5,35		25,6	3,61	15,4	9,77		

Échantillon nº 8 Type de résidus: cendres volantes

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Zr	U
Concentration (ppm)	275	17,5

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Zr	Ba	Si
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,05	0,187	5,35
	ED 20/1	<0,05	0,146	7,29
	SA 4/1	0,05	<0,005	23,8
	SA 20/1	<0,05	0,361	128
	LS 4/1	<0,05	<0,005	64,6
	LS 20/1	0,79	0,634	246
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,75	21,4
	ED 20/1		2,92	146
	SA 4/1	0,20		95,2
	SA 20/1		7,22	2560
	LS 4/1			258
	LS 20/1	15,8	12,7	4290
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			
	ED 20/1			
	SA 4/1	0,07		
	SA 20/1			
	LS 4/1			
	LS 20/1	5,75		

Échantillon nº 9 Type de résidus: cendres volantes d'une station génératrice alimentée au charbon

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: gris-brun clair

Phase solide Matières solides totales: 99,6 % Matières solides volatiles: 3,2 %

PARAMÈTRE	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg
Concentration (ppm)	<0,5	137 000	9,95	6030	<0,8	<0,8	142	180 000	31 400	9000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration	ED 4/1	<0,005	53,9	0,016	262	0,09	0,02	1,32	1,82	111	22,7	3,2	2,43
	ED 20/1	<0,005	12,5	0,004	52,9	<0,01	0,01	0,36	0,99	22	4,68	2,5	0,92
	SA 4/1	<0,005	113	0,022	302	0,09	0,58	1,45	18,6	118	23,5	3,6	4,90
	SA 20/1	<0,005	24,5	0,006	63,2	<0,01	0,16	0,40	5,48	24	5,24	3,7	3,60
	LS 4/1	<0,005	121	0,026	308	0,09	0,78	2,33	38,6	129	23,7	4,6	9,00
	LS 20/1	<0,005	28,5	0,006	63,9	<0,01	0,19	0,59	15,5	22	5,31	4,7	8,00
Libération (µg/g)	ED 4/1		216	0,06	1048	0,36	0,08	5,28	7,28	444	90,8		
	ED 20/1		250	0,08	1058		0,20	7,20	19,8	440	93,6		
	SA 4/1		452	0,09	1208	0,36	2,32	5,80	74,4	472	94,0		
	SA 20/1		490	0,12	1264		3,20	8,02	110	480	105		
	LS 4/1		484	0,10	1232	0,36	3,12	9,32	154	516	94,8		
	LS 20/1		570	0,12	1278		3,80	11,7	310	440	106		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,16	0,65	17,5			3,73	<0,01	1,42	1,01		
	ED 20/1		0,18	0,81	17,6			5,09	0,01	1,41	1,04		
	SA 4/1		0,33	0,89	20,1			4,10	0,04	1,51	1,05		
	SA 20/1		0,36	1,21	21,1			5,67	0,06	1,53	1,17		
	LS 4/1		0,35	1,05	20,5			6,59	0,09	1,65	1,06		
	LS 20/1		0,42	1,21	21,3			8,27	0,17	1,41	1,18		

Échantillon nº 9 Type de résidus: cendres volantes

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	578	< 30	7900	113	< 50	325	365	5400	217	594

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn	B	Ba	Si
Concentration (mg/l)	ED 4/1	2,26	0,3	96	0,53	0,9	< 0,05	2,44	0,011	0,011	2,98	3,94	0,059	16,9
	ED 20/1	0,44	< 0,3	20	0,13	< 0,6	< 0,05	0,502	0,008	0,008	0,62	0,771	0,165	3,31
	SA 4/1	3,34	0,5		0,47	1,9	< 0,05	2,65	0,338	0,157	2,83	4,19	0,059	34,7
	SA 20/1	0,61	0,3		0,12	< 0,6	< 0,05	0,585	0,048	0,044	0,66	0,832	0,090	7,63
	LS 4/1	3,42	1,0		0,51	1,5	< 0,05	2,78	0,290	0,333	2,87	3,99	0,070	40,9
	LS 20/1	0,60	0,6		0,12	0,7	< 0,05	0,656	0,092	0,455	0,64	0,780	0,380	12,1
Libération (µg/g)	ED 4/1	9,04	1,2	384	2,12	3,6		9,76	0,04	0,04	11,9	15,8	0,24	67,6
	ED 20/1	8,80		400	2,60			10,0	0,16	0,16	12,4	15,4	3,30	66,2
	SA 4/1	13,4	2,0		1,88	7,6		10,6	1,35	0,63	11,3	16,8	0,24	139
	SA 20/1	12,2	6,0		2,40			11,7	0,96	0,88	13,2	16,6	1,80	153
	LS 4/1	13,7	4,0		2,04	6,0		11,1	1,16	1,33	11,5	16,0	0,28	164
	LS 20/1	12,0	12		2,40	14,0		13,1	1,84	9,10	12,8	15,6	7,60	242
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	1,57		4,88	1,88			2,68	< 0,01	0,02	2,01			
	ED 20/1	1,53		5,08	2,31			2,76	< 0,01	0,07	2,10			
	SA 4/1	2,32			1,67			2,92	0,03	0,29	1,91			
	SA 20/1	2,12			2,13			3,22	0,02	0,41	2,23			
	LS 4/1	2,38			1,81			3,06	0,02	0,62	1,94			
	LS 20/1	2,08			2,13			3,61	0,03	4,21	2,16			

Échantillon nº 10 Type de résidus: cendres de foyer d'une station génératrice alimentée au charbon

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: noires

Phase solide Matières solides totales: 99,6 % Matières solides volatiles: 3,5 %

PARAMÈTRE	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg
Concentration (ppm)	< 0,5	135 000	6,36	5250	< 0,8	< 0,8	74	177 000	31 300	9420

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,005	0,86	< 0,001	67,4	0,10	0,03	0,150	0,06	8	7,85	3,4	0,52
	ED 20/1	< 0,005	< 0,01	< 0,001	10,9	< 0,01	0,02	0,080	0,06	< 1	1,21	3,6	0,18
	SA 4/1	< 0,005	5,06	0,002	79,6	0,15	0,16	0,464	0,75	8	9,18	4,4	3,40
	SA 20/1	< 0,005	1,04	0,007	13,6	< 0,01	0,04	0,147	0,52	< 1	1,61	4,4	3,20
	LS 4/1	< 0,005	11,2	0,002	71,5	0,09	0,21	0,627	17,9	6	8,56	4,6	8,50
	LS 20/1	< 0,005	3,64	< 0,001	19,5	0,02	0,07	0,196	12,3	< 1	2,37	4,5	8,50
Libération (µg/g)	ED 4/1		3,44		270	0,40	0,12	0,60	0,24	32	31,4		
	ED 20/1				218		0,40	1,60	1,20		24,2		
	SA 4/1		20,2	0,01	318	0,60	0,64	1,86	3,00	32	36,7		
	SA 20/1		20,8	0,14	272		0,80	2,94	10,4		32,2		
	LS 4/1		44,8	0,01	286	0,36	0,84	2,51	71,6	24	34,2		
	LS 20/1		72,8		390	0,40	1,40	3,92	246		47,4		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,01		5,16			0,81	< 0,01	0,10	0,33		
	ED 20/1				4,17			2,17	< 0,01		0,26		
	SA 4/1		0,02	0,13	6,09			2,52	< 0,01	0,10	0,39		
	SA 20/1		0,02	2,21	5,20			3,99	0,01		0,34		
	LS 4/1		0,03	0,13	5,47			3,40	0,04	0,08	0,36		
	LS 20/1		0,05		7,66			5,32	0,14		0,51		

Échantillon nº 10 Type de résidus: cendres de foyer

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	639	< 30	7700	91	< 50	30	288	5090	172	103

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn	B	Ba	
Concentration (mg/l)	ED 4/1	1,98	< 0,3	5	1,41	< 0,6	< 0,05	0,377	< 0,005	< 0,005	0,89	0,107	0,062	2,49
	ED 20/1	0,31	< 0,3	< 1	0,25	< 0,6	< 0,05	0,062	< 0,005	< 0,005	0,16	< 0,004	0,049	0,61
	SA 4/1	2,34	< 0,3		2,11	< 0,6	0,05	0,404	< 0,005	< 0,005	1,35	0,108	0,096	4,26
	SA 20/1	0,44	< 0,3		0,31	< 0,6	< 0,05	0,085	< 0,005	< 0,005	0,31	< 0,004	0,091	0,45
	LS 4/1	2,43	< 0,3		1,68	< 0,6	0,05	0,427	< 0,005	< 0,005	1,12	0,084	0,190	4,98
	LS 20/1	0,63	< 0,3		0,53	< 0,6	< 0,05	0,111	< 0,005	< 0,005	0,40	< 0,004	0,140	1,53
Libération (µg/g)	ED 4/1	7,92		20	5,64			1,51			3,56	0,43	0,25	9,96
	ED 20/1	6,20			5,00			1,24			3,20		0,98	12,2
	SA 4/1	9,36			8,44		0,20	1,62			5,40	0,43	0,38	17,0
	SA 20/1	8,80			6,20			1,70			6,20		1,82	9,00
	LS 4/1	9,72			6,72		0,20	1,71			4,48	0,34	0,76	19,9
	LS 20/1	12,6			10,6			2,22			8,00		2,80	30,6
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	1,24		0,26	6,22			0,53			3,47			
	ED 20/1	0,97			5,52			0,43			3,12			
	SA 4/1	1,47			9,31		0,67	0,56			5,26			
	SA 20/1	1,38			6,84			0,59			6,04			
	LS 4/1	1,53			7,41		0,67	0,60			4,37			
	LS 20/1	1,98			11,7			0,77			7,80			

Échantillon nº 11 Type de résidus: résidus de mine d'or

Date de l'essai: août 1981

Remarques: traitement au cyanure du filon. Utilisation de mercure pour la formation d'amalgame. Minerai d'arsénopyrite

Phase solide Matières solides totales: 86,1 % Matières solides volatiles: 0,7 %

PARAMÈTRE	Cu	Hg	Pb	Zn	TCN
Concentration (ppm)	128	0,88	48	194	1,26

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions d'essai	Cu	Hg	Pb	Zn	TCN	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,03	0,000 30	< 0,1	0,05	0,021	6,7	2,48
	ED 20/1	< 0,03	0,000 15	< 0,1	0,07	0,020	6,9	1,75
	SA 4/1	0,36	0,000 25	< 0,1	2,31	0,022	4,3	7,00
	SA 20/1	0,16	0,000 40	< 0,1	0,92	0,012	4,3	5,00
	LS 4/1	2,52	0,000 20	0,3	3,57	0,046	4,4	11,3
	LS 20/1	0,66	0,000 43	0,3	0,82	0,034	4,4	9,70
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,001		0,20	0,08		
	ED 20/1		0,003		1,40	0,40		
	SA 4/1	1,44	0,001		9,24	0,09		
	SA 20/1	3,20	0,008		18,4	0,24		
	LS 4/1	10,1	0,008	1,2	14,3	0,18		
	LS 20/1	13,2	0,008	6,0	16,4	0,68		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,16		0,12	7,74		
	ED 20/1		0,40		0,84	36,9		
	SA 4/1	1,31	0,13		5,53	8,11		
	SA 20/1	2,90	1,06		11,0	22,1		
	LS 4/1	9,15	0,11	2,9	8,55	17,0		
	LS 20/1	12,0	1,14	14,5	9,82	62,7		

Échantillon n° 12 Type de résidus: boues de station d'épuration d'eaux usées, par digestion anaérobie

Date de l'essai: juillet 1981

Remarques: provenant d'une station d'épuration à boues activées, avec digestion anaérobie. Les composés organiques suivants ont été décelés dans les boues: phénanthrène, 17 µg/g; fluorène, 3 µg/g; phtalate de di-n-butyle, 116 µg/g; phtalate de bis-(2-éthylhexyl), 408 µg/g. Aucun de ces composés n'a été décelé dans les produits de lessivage, excepté le phtalate de di-n-butyle, à 0,01 mg/l, dans le produit de lessivage ED 20/1

Phase solide Matières solides totales: 3,2 % Matières solides volatiles: 46,0 %

PARAMÈTRE										
Concentration (ppm)										

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cd	Cr	Mn	Ni	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,004	< 0,03	< 0,1	< 0,03	< 0,1	< 0,1	0,09	8,1	0,113
	ED 20/1									
	SA 4/1	0,013	< 0,03	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	3,36	4,8	3,00
	SA 20/1									
	LS 4/1									
	LS 20/1									
Libération (µg/g)	ED 4/1									
	ED 20/1	0,08						1,8		
	SA 4/1									
	SA 20/1	0,26			0,8			67,2		
	LS 4/1									
	LS 20/1									
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1									
	ED 20/1									
	SA 4/1									
	SA 20/1									
	LS 4/1									
	LS 20/1									

Échantillon nº 12 Type de résidus: boues de station d'épuration d'eaux usées, par digestion anaérobie

Date de l'essai: juillet 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 61 ml = 1,10 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	<0,03	<0,10	<0,03	0,67	0,1	<0,1	3,15	6,70	3,90
	ASTM ED									
	ASTM SA									
Libération (µg/g)	EPA				13,4	2,0		63,0		
	ASTM ED									
	ASTM SA									
Capacité lessivage (%)	EPA									
	ASTM ED									
	ASTM SA									

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon nº 13 Type de résidus: résidus de mine

Date de l'essai: juillet 1981

Remarques: gris

Phase solide Matières solides totales: 16,2 % Matières solides volatiles: 1,3 %

PARAMÈTRE	As	Cd	Cu	Mo	Pb	Zn
Concentration (ppm)	24	110	196	1240	840	4790

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cd	Cu	Mo	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,170	<0,3	0,05	<0,1	<0,1	0,07	7,20	0,291
	ED 20/1	0,020	<0,3	<0,03	<0,1	<0,1	<0,03	6,95	0,120
	SA 4/1	0,084	<0,3	0,57	<0,1	1,3	1,14	5,10	4,49
	SA 20/1	0,005	<0,3	0,28	<0,1	1,0	0,65	4,55	3,58
	LS 4/1		<0,3	0,32	<0,1	5,9	0,76	4,85	10,0
	LS 20/1		<0,3	0,09	<0,1	1,8	0,41	4,60	9,80
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,68		0,20			0,28		
	ED 20/1	0,40							
	SA 4/1	0,34		2,28		5,2	4,56		
	SA 20/1	0,10		5,60		20,0	13,0		
	LS 4/1			1,28		23,6	3,04		
	LS 20/1			1,80		36,0	8,20		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	17,5		0,63			0,04		
	ED 20/1	10,3							
	SA 4/1	8,64		7,18		3,82	0,59		
	SA 20/1	2,57		17,6		14,7	1,67		
	LS 4/1			4,03		17,3	0,39		
	LS 20/1			5,67		26,5	1,06		

Échantillon nº 13 Type de résidus: résidus de mine

Date de l'essai: juillet 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 31,0 ml = 0,26 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cu	Mo	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	<0,3	0,06	<0,1	<0,1	0,31	4,95	1,30
	ASTM ED							
	ASTM SA							
Libération (µg/g)	EPA		1,20			6,2		
	ASTM ED							
	ASTM SA							
Capacité de lessivage	EPA		3,78			0,8		
	ASTM ED							
	ASTM SA							

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon nº 14 Type de résidus: boues d'usinage de métaux

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: brun-or, gâteau provenant du filtre sous pression

Phase solide Matières solides totales: 29,6 % Matières solides volatiles: 35,2 %

PARAMÊTRE	Cd	Cr	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	TCN
Concentration (ppm)	1920	7640	418	41 000	200		83 000	19 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cr	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	TCN	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,14	0,7	2,63	<0,1	<0,1	0,026	1,04	1,83	9,05	2,10
	ED 20/1	0,04	0,2	0,06	<0,1	<0,1	<0,020	1,00	0,41	8,85	2,32
	SA 4/1	3,36	<0,1	6,30	<0,1	<0,1	<0,020	21,0	6,00	7,45	7,60
	SA 20/1	38,0	<0,1	2,18	<0,1	<0,1	<0,020	688	4,00	5,90	6,85
	LS 4/1	36,0	1,4	9,66	0,3	<0,1	0,032	648	7,55	6,65	12,50
	LS 20/1	67,0	38,0	2,65	8,9	<0,1	0,592	2211	6,57	5,25	11,15
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,56	2,8	10,5			0,10	4,16	7,32		
	ED 20/1	0,80	4,0	1,2				20,0	8,20		
	SA 4/1	13,4		25,2				84,0	24,0		
	SA 20/1	760		43,6				13 760	80,0		
	LS 4/1	144	5,6	38,6	1,2		0,13	2590	30,2		
	LS 20/1	1340	760	53,0	178		11,8	44 220	131		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,10	0,12	6,86				0,02	0,13		
	ED 20/1	0,14	0,18	0,78				0,08	0,15		
	SA 4/1	2,36		16,4				0,34	0,43		
	SA 20/1	134		28,4				56,0	1,42		
	LS 4/1	25,3	0,25	25,2	0,01			10,6	0,54		
	LS 20/1	235	33,6	34,6	1,47			180	2,34		

Échantillon nº 14 Type de résidus: boues d'usinage de métaux

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 400 ml = 2,00 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions d'essai	Cd	Cr	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	6,1	0,2	0,87	< 0,1	< 0,1	< 0,02	1265	5,50	4,30
	ASTM ED									
	ASTM SA									
Libération (µg/g)	EPA	1220	4,0	17,4				25 300		
	ASTM ED									
	ASTM SA									
Capacité de lessivage (%)	EPA	214	0,18	11,4				103		
	ASTM ED									
	ASTM SA									

Caractéristique mesurée	Conditions d'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon nº 15 Type de résidus: résidus caustiques du nettoyage de métaux

Date de l'essai: juillet 1981

Remarques: gris. Nettoyeur caustique, usé et neutralisé, pour métaux, solidifié à l'aide de ciment Portland

Phase solide Matières solides totales: 87,7 % Matières solides volatiles: 6,7 %

PARAMÊTRE	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Zn
Concentration (ppm)	5,71	74 900	220 000	6000	57,1	73 200

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,03	0,30	0,12	0,1	<0,10	0,07	12,40	12,30
	ED 20/1	<0,03	<0,10	<0,03	<0,1	<0,10	<0,03	12,30	5,10
	SA 4/1	<0,03	0,20	0,08	0,1	<0,10	0,03	12,20	12,20
	SA 20/1	<0,03	0,63	0,03	0,1	<0,10	0,05	9,65	7,70
	LS 4/1	<0,03	9,7	22,0	0,2	0,20	0,97	10,30	15,30
	LS 20/1	0,03	24,5	18,0	9,3	0,22	2,51	7,55	12,75
Libération (µg/g)	ED 4/1		1,2	0,48	0,4		0,28		
	ED 20/1								
	SA 4/1		0,8	0,32	0,4		0,12		
	SA 20/1		12,5	0,60	1,5		1,00		
	LS 4/1		38,8	88,0	0,8	0,8	3,88		
	LS 20/1	0,6	490	360	186	4,4	50,2		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		<0,01	<0,01	0,01		<0,01		
	ED 20/1								
	SA 4/1		<0,01	<0,01	0,01		<0,01		
	SA 20/1		0,02	<0,01	0,03		<0,01		
	LS 4/1		0,06	0,05	0,02	1,60	0,01		
	LS 20/1	12,0	0,75	0,19	3,53	8,79	0,08		

Échantillon nº 15 Type de résidus: résidus caustiques du nettoyage de métaux

Date de l'essai: juillet 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 400 ml = 2,0 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	<0,03	<0,1	0,04	0,2	<0,1	< 0,03	11,55	6,65
	ASTM ED								
	ASTM SA	<0,03	6,8	1,38	1,8	<0,1	0,53	5,50	7,50
Libération (µg/g)	EPA			0,80	4,0				
	ASTM ED								
	ASTM SA		27,2	5,52	7,2		2,12		
Capacité de lessivage (%)	EPA			<0,01	0,08				
	ASTM ED								
	ASTM SA		0,04	<0,01	0,14		<0,01		

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon nº 16 Type de résidus: résidus de dragage du port de Halifax

Date de l'essai: juillet 1981

Remarques: noirs. Résidus de dragage déversés sur un terrain entouré de bermes, propriété du MDN, au printemps de 1980

Phase solide Matières solides totales: 68,3 % Matières solides volatiles: 9,5 %

PARAMÈTRE	Cd	Cu	Pb	Zn	BPC
Concentration (ppm)	17,6	171	448	534	N.D.

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cu	Pb	Zn	BPC	Hg	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1								
	ED 20/1	0,03	<0,03	<0,1	0,07	<0,01		7,7	0,64
	SA 4/1								
	SA 20/1	<0,03	<0,03	1,9	6,09	<0,01	0,000 24	4,6	4,90
	LS 4/1								
	LS 20/1								
Libération (µg/g)	ED 4/1								
	ED 20/1	0,06			1,4				
	SA 4/1								
	SA 20/1			38	122		0,005		
	LS 4/1								
	LS 20/1								
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1								
	ED 20/1	4,99			0,38				
	SA 4/1								
	SA 20/1			12,4	33,4				
	LS 4/1								
	LS 20/1								

Échantillon nº 18 Type de résidus: boues organiques de réservoir à carburant avec plomb d'une raffinerie

Date de l'essai: août 1981

Remarques: noir, avec odeur d'essence

Phase solide Matières solides totales: 76,7 % Matières solides volatiles: 12,3 %

PARAMÈTRE	Pb	COT	Phénol
Concentration (ppm)	286	29 700	42,8

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Pb	COT	Phénol	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,1	1220	590	10,65	4,80
	ED 20/1	<0,1	288	75	10,35	1,23
	SA 4/1					
	SA 20/1					
	LS 4/1					
	LS 20/1					
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,4	4880	2360		
	ED 20/1		5760	1500		
	SA 4/1					
	SA 20/1					
	LS 4/1					
	LS 20/1					
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,18	21,4			
	ED 20/1		25,3			
	SA 4/1					
	SA 20/1					
	LS 4/1					
	LS 20/1					

Échantillon nº 19 Type de résidus: résidus frais de mine et de fonderie

Date de l'essai: février 1982

Remarques: provenant d'une mine, usine ou fonderie de cuivre, plomb ou zinc

Phase solide Matières solides totales: 74,5 % Matières solides volatiles: 4,4 %

PARAMÈTRE

Concentration (ppm)

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cu	Pb	Zn	SO_4	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1							
	ED 20/1	<0,01	0,02	<0,1	0,06	62	7,10	0,32
	SA 4/1							
	SA 20/1	0,02	0,21	13,0	9,66	44	4,95	4,90
	LS 4/1							
	LS 20/1							
Libération (µg/g)	ED 4/1							
	ED 20/1		0,4		1,2	1240		
	SA 4/1							
	SA 20/1	0,4	4,2	260	193	880		
	LS 4/1							
	LS 20/1							
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1							
	ED 20/1							
	SA 4/1							
	SA 20/1							
	LS 4/1							
	LS 20/1							

Échantillon nº 20 Type de résidus: résidus frais de mine et de fonderie

Date de l'essai: août 1981

Remarques: voir échantillon nº 19. Résidus vieux d'environ 2 ans

Phase solide Matières solides totales: 89,9 % Matières solides volatiles: 3,8 %

PARAMÈTRE	Cd	Cu	Pb	Zn
Concentration (ppm)	10	1800	545	6990

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cu	Pb	Zn	SO_4	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,02	<0,02	<0,1	2,31	1065	6,50	2,42
	ED 20/1	<0,02	<0,02	<0,1	0,34	388	6,90	1,13
	SA 4/1	0,31	0,13	0,2	30,0	954	5,65	7,70
	SA 20/1	0,10	0,16	1,5	17,0	356	4,75	5,50
	LS 4/1	0,48	8,40	3,1	62,0	1454	5,10	13,00
	LS 20/1	0,11	2,32	3,4	17,0	464	4,70	9,70
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,08			9,24	4260		
	ED 20/1				6,80	7760		
	SA 4/1	1,24	0,52	0,8	120	3816		
	SA 20/1	2,00	3,20	30,0	340	7120		
	LS 4/1	1,92	33,6	12,4	248	5816		
	LS 20/1	2,20	46,4	68,0	340	9280		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,89			0,15			
	ED 20/1				0,11			
	SA 4/1	13,8	0,03	0,16	1,91			
	SA 20/1	22,3	0,20	6,12	5,41			
	LS 4/1	21,4	2,07	2,53	3,95			
	LS 20/1	24,5	2,86	13,9	5,41			

Échantillon nº 21 Type de résidus: résidus de mine et de fonderie

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: voir échantillon nº 19. Résidus vieux d'environ 6 à 10 ans

Phase solide Matières solides totales: 92,5 % Matières solides volatiles: 10,4 %

	PARAMÈTRE							
	Concentration (ppm)							
Méthode de lessivage par lots multiples								
Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cu	Pb	Zn	SO_4	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1							
	ED 20/1	0,16	4,83	<0,1	57	1718	2,80	2,70
	SA 4/1							
	SA 20/1	0,26	1,72	<0,1	57	1912	4,15	4,90
	LS 4/1							
	LS 20/1							
Libération (µg/g)	ED 4/1							
	ED 20/1	3,2	96,6		1140	34 360		
	SA 4/1							
	SA 20/1	3,2	34,4		1140	38 240		
	LS 4/1							
	LS 20/1							
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1							
	ED 20/1							
	SA 4/1							
	SA 20/1							
	LS 4/1							
	LS 20/1							

Échantillon nº 22 Type de résidus: résidus de mine et de fonderie

Date de l'essai: août 1981

Remarques: voir échantillon nº 19. Résidus vieux d'environ 15 ans

Phase solide Matières solides totales: 77,8 % Matières solides volatiles: 3,6 %

PARAMÈTRE	Cd	Cu	Mg	Pb	Zn
Concentration (ppm)	21,9	1190	283 000	555	8220

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cd	Cu	Mg	Pb	Zn	SO_4	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,02	< 0,02	294	0,1	7,77	2306	6,40	3,30
	ED 20/1	0,06	< 0,02	63	< 0,1	11,0	876	6,50	1,69
	SA 4/1	0,09	< 0,02	294	4,0	282	2394	5,00	7,90
	SA 20/1	0,68	0,21	95	6,1	115	768	4,50	5,20
	LS 4/1	1,43	0,02	315	18,0	441	2300	4,70	12,50
	LS 20/1	0,62	1,39	84	10,0	115	1082	4,55	9,30
Libération (µg/g)	ED 4/1			1176	0,4	31,1	9224		
	ED 20/1	1,20		1260		220	17 520		
	SA 4/1	0,36		1176	16,0	1128	9576		
	SA 20/1	13,6	4,20	1900	122	2300	15 360		
	LS 4/1	5,72	0,08	1260	72	1764	9200		
	LS 20/1	12,4	27,8	1680	200	2300	21 640		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			0,53	0,09	0,49			
	ED 20/1	7,04		0,57		3,44			
	SA 4/1	2,11		0,53	3,71	17,6			
	SA 20/1	79,8	0,45	0,86	28,3	36,0			
	LS 4/1	33,6	0,01	0,57	16,7	27,6			
	LS 20/1	72,8	3,01	0,76	46,3	36,0			

Échantillon nº 23 Type de résidus: résidus de sulfure de zinc

Date de l'essai: août 1981

Remarques: résidus en excès d'une usine de zinc (matières solides du lessivage acide)

Phase solide Matières solides totales: 75,2 % Matières solides volatiles: 0,8 %

PARAMÈTRE	Fe	Zn
Concentration (ppm)	359 000	372 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Fe	Zn	SO_4	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,1	3461	5460	5,30	6,00
	ED 20/1	< 0,1	893	1478	5,10	2,18
	SA 4/1	0,2	4504	6500	4,60	9,70
	SA 20/1	0,2	1204	1340	4,45	3,70
	LS 4/1	2,6	4723	7170	4,50	12,75
	LS 20/1	4,7	1297	1360	4,50	9,20
Libération (µg/g)	ED 4/1		13 844	21 840		
	ED 20/1		17 860	29 560		
	SA 4/1	0,8	18 016	26 000		
	SA 20/1	4,0	24 080	26 800		
	LS 4/1	10,4	18 892	28 680		
	LS 20/1	94,0	25 940	31 200		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		4,94			
	ED 20/1		6,38			
	SA 4/1	0,01	6,43			
	SA 20/1	0,01	8,60			
	LS 4/1	0,01	6,75			
	LS 20/1	0,03	9,27			

Échantillon nº 24 Type de résidus: boues d'hydroxyde de zinc

Date de l'essai: août 1981

Remarques: provenant du lavage des planchers, du bassin d'oxyde de zinc, etc. Elles sont mélangées à de la chaux en suspension pour précipiter le zinc et le récupérer

Phase solide Matières solides totales: 14,3 % Matières solides volatiles: 8,7 %

PARAMÈTRE	Cu	Pb	Zn
Concentration (ppm)	1180	371	385 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cu	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,02	<0,1	0,16	8,90	2,22
	ED 20/1	<0,02	<0,1	0,37	2,90	3,18
	SA 4/1	0,04	1,4	560	6,85	6,60
	SA 20/1	5,25	0,9	1760	5,70	7,40
	LS 4/1	8,82	4,5	2871	6,45	11,20
	LS 20/1	6,93	1,5	1667	4,70	10,80
Libération (µg/g)	ED 4/1			0,64		
	ED 20/1			7,4		
	SA 4/1	0,16	5,6	2240		
	SA 20/1	105	18	35 200		
	LS 4/1	35,3	18	11 484		
	LS 20/1	139	30	33 340		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			<0,01		
	ED 20/1			0,01		
	SA 4/1	0,10	10,6	4,07		
	SA 20/1	62,5	33,9	64,0		
	LS 4/1	21,0	33,9	20,9		
	LS 20/1	82,5	56,6	60,6		

Échantillon nº 25 Type de résidus: résidus à forte teneur en arsenic provenant du procédé de flottation - cyanuration

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: fortes teneurs en arsenic gênant la récupération de l'or. Les résidus ont donc été conservés en tas, jusqu'à ce que de nouvelles techniques permettent d'extraire l'or

Phase solide Matières solides totales: 87,8 % Matières solides volatiles: 9,8 %

PARAMÈTRE	Cu	Fe	Pb	Zn	TCN
Concentration (ppm)	271	74 000	45	1640	15,7

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cu	Fe	Pb	Zn	TCN	As	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	2,63	146	<0,1	10,0	0,06	11,5	3,00	3,55
	ED 20/1	0,35	37	<0,1	2,14	0,02	26,9	3,25	1,75
	SA 4/1	0,35	61	<0,1	8,67	0,05	37,0	3,85	6,25
	SA 20/1	<0,02	11	<0,1	2,39	0,04	27,3	4,30	5,50
	LS 4/1	1,93	56	<0,1	7,98	0,09	37,0	4,10	10,00
	LS 20/1	0,54	26	<0,1	1,84	0,11	30,0	4,35	9,00
Libération (µg/g)	ED 4/1	10,5	584		40,0	0,24	46		
	ED 20/1	7,0	740		42,8	0,40	538		
	SA 4/1	1,4	244		34,7	0,20	148		
	SA 20/1		220		47,8	0,80	546		
	LS 4/1	7,7	224		31,9	0,36	148		
	LS 20/1	10,8	520		36,8	2,20	600		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	4,42	0,90		2,78	1,74			
	ED 20/1	2,94	1,14		2,97	2,90			
	SA 4/1	0,59	0,38		2,41	1,45			
	SA 20/1		0,34		3,32	5,80			
	LS 4/1	3,24	0,35		2,22	2,61			
	LS 20/1	4,54	0,80		2,56	16,0			

Échantillon nº 29 Type de résidus: laitier de fours à phosphore

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: gris; taille des particules: 5 cm à 10 cm

Phase solide Matières solides totales: 99,9 % Matières solides volatiles: 0,1 %

	PARAMÈTRE												
	Concentration (ppm)												
Méthode de lessivage par lots multiples													
Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	P	SO_4	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,1	41,5									10,75	0,69
	ED 20/1	<0,1	9,2									10,15	0,21
	SA 4/1	<0,1	29,1									8,50	7,75
	SA 20/1	<0,1	18,5										
	LS 4/1			<1	<0,02	<0,1	0,06	0,1	3,34	<0,1	0,04	8,20	15,5
	LS 20/1			<1	<0,02	<0,1	0,06	0,3	3,01	0,5	0,31	6,05	16,1
Libération (µg/g)	ED 4/1		166										
	ED 20/1		184										
	SA 4/1		116										
	SA 20/1		370										
	LS 4/1						0,24	0,4	13,4		0,16		
	LS 20/1						1,20	6,0	60,2	10,0	6,20		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1												
	ED 20/1												
	SA 4/1												
	SA 20/1												
	LS 4/1												
	LS 20/1												

Échantillon nº 32 Type de résidus: catalyseur à l'équilibre d'une unité de craquage catalytique fluide

Date de l'essai: septembre 1981

Remarques: gris. Provenant d'une raffinerie de pétrole

Phase solide Matières solides totales: 94,4 % Matières solides volatiles: 1,4 %

PARAMÊTRE

Concentration (ppm)

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cu	Fe	Na	Ni	V	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,02	<0,1	5,9	<0,1	0,95	6,45	0,06
	ED 20/1	<0,02	<0,1	3,7	<0,1	0,30	6,45	0,05
	SA 4/1	<0,02	0,4		0,4	0,05	4,60	5,10
	SA 20/1	<0,02	0,4		<0,1	0,04	4,55	5,20
	LS 4/1	<0,02	4,5		0,5	0,11	4,50	8,25
	LS 20/1	<0,02	3,6		0,1	0,14	4,40	8,40
Libération (µg/g)	ED 4/1			23,6		3,80		
	ED 20/1			74,0		6,00		
	SA 4/1		1,6		1,6	0,20		
	SA 20/1		8,0			0,80		
	LS 4/1		18		2,0	0,44		
	LS 20/1		72		2,0	2,80		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1							
	ED 20/1							
	SA 4/1							
	SA 20/1							
	LS 4/1							
	LS 20/1							

Échantillon nº 33 Type de résidus: boues de raffinerie

Date de l'essai: octobre 1981

Remarques: brun foncé

Phase solide Matières solides totales: 92,9 % Matières solides volatiles: 15,6 %

PARAMÈTRE	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn	COT
Concentration (ppm)	<0,3	629	183	16 800	4890	87	41	353	188 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn	COT	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,1	0,02	1,0	15	< 0,1	< 0,1	0,10	120	7,65	0,75
	ED 20/1	< 0,1	<0,02	0,7	4,1	< 0,1	< 0,1	0,11	22	7,50	0,32
	SA 4/1	< 0,1	0,04	0,7	44	< 0,1	< 0,1	2,02		6,35	7,84
	SA 20/1	< 0,1	0,03	0,4	16	< 0,1	< 0,1	2,08		6,10	7,70
	LS 4/1										
	LS 20/1										
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,08	4,0	60			0,40	480		
	ED 20/1			14,0	82			2,20	440		
	SA 4/1		0,16	2,8	176			8,08			
	SA 20/1		0,60	8,0	320			41,6			
	LS 4/1										
	LS 20/1										
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,03	0,03	1,32			0,12	0,27		
	ED 20/1			0,09	1,81			0,67	0,25		
	SA 4/1		0,09	0,02	3,88			2,46			
	SA 20/1		0,35	0,05	7,05			12,7			
	LS 4/1										
	LS 20/1										

Échantillon nº 40 Type de résidus: matières solides du gâteau de filtre d'une usine de produits chimiques

Date de l'essai: décembre 1981

Remarques: gris foncé

Phase solide Matières solides totales: 76,0 % Matières solides volatiles: 32 %

PARAMÈTRE	Al	Cu	Fe	Mg	Pb	Sn	Ti	Sb
Concentration (ppm)	4410	184	7260	2730	3,5	1,9	16 800	<0,2

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	Cu	Fe	Mg	Pb	Sn	Ti	Sb	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	294	14,0	529	245	<0,01	<0,01	7,40	<0,03	1,65	27,0
	ED 20/1	64	3,13	92	61	<0,01	<0,01	0,60	<0,03	1,95	7,9
	SA 4/1	294	14,0	397	230	<0,01	<0,01	4,40	<0,03	1,80	18,5
	SA 20/1	42	1,03	34	56	<0,01	<0,01	0,04	<0,03	3,80	5,2
	LS 4/1	294	12,0	275	235	<0,01	<0,01	0,16	<0,03	2,95	13,5
	LS 20/1	65	2,50	25	56	<0,01	<0,01	0,58	<0,03	4,25	10,6
Libération (µg/g)	ED 4/1	1176	56,0	2116	980			29,6			
	ED 20/1	1280	62,6	1840	1220			12,0			
	SA 4/1	1176	56,0	1588	920			17,6			
	SA 20/1	840	20,6	680	1120			0,80			
	LS 4/1	1176	48,0	1100	940			0,64			
	LS 20/1	1300	50,0	500	1120			11,6			
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	35,1	40,1	38,4	47,2			0,23			
	ED 20/1	38,2	44,8	33,4	58,8			0,09			
	SA 4/1	35,1	40,1	28,8	44,3			0,14			
	SA 20/1	25,1	14,7	12,3	54,0			0,01			
	LS 4/1	35,1	34,3	19,9	45,3			0,01			
	LS 20/1	38,8	35,8	9,06	54,0			0,09			

Échantillon n° 41 Type de résidus: matières solides neutres du gâteau de filtre d'une usine de produits chimiques

Date de l'essai: décembre 1981

Remarques: gris foncé

Phase solide Matières solides totales: 76,0 % Matières solides volatiles: 30,0 %

PARAMÈTRE	Al	Cu	Fe	Mg	Pb	Sn	Ti	Sb
Concentration (ppm)	3150	105	2750	1250	7,5	< 0,2	5000	0,2

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	Cu	Fe	Mg	Pb	Sn	Ti	Sb	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	15,0	4,73	0,84	17,0	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,03	3,10	1,38
	ED 20/1	4,4	1,19	0,61	4,47	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,03	3,60	0,35
	SA 4/1	3,1	2,98	0,04	17,0	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03	4,35	5,00
	SA 20/1	2,4	1,66	0,04	8,37	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03	4,40	4,60
	LS 4/1	11,0	3,97	3,78	19,0	0,05	0,11	< 0,01	< 0,03	4,45	10,1
	LS 20/1	2,6	0,95	0,07	4,65	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03	4,45	10,2
Libération (µg/g)	ED 4/1	60,0	18,9	3,36	68,0			0,04			
	ED 20/1	88,0	23,8	12,2	89,4			0,40			
	SA 4/1	12,4	11,9	0,16	68,0						
	SA 20/1	48,0	33,2	0,80	167						
	LS 4/1	44,0	15,9	15,1	76,0	0,20	0,44				
	LS 20/1	52,0	19,0	1,40	93,0						
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	2,51	23,7	0,16	7,16			< 0,01			
	ED 20/1	3,68	29,8	0,58	9,41			0,01			
	SA 4/1	0,52	14,9	0,01	7,16						
	SA 20/1	2,01	41,6	0,04	17,6						
	LS 4/1	1,84	19,9	0,72	8,00	3,51					
	LS 20/1	2,17	23,8	0,07	9,79						

Échantillon n° 41 Type de résidus: matières solides neutres du gâteau de filtre

Date de l'essai: décembre 1981

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide avec la méthode d'extraction EPA: 0 ml = 0,0 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	Cu	Fe	Mg	Pb	Sn	Ti	Sb	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA ASTM ED ASTM SA	4	0,64	<0,1	3,8	<0,01	0,01	<0,01	<0,03	3,95	0,34
Libération (µg/g)	EPA ASTM ED ASTM SA	80	12,8		76			0,2			
Capacité de lessivage (%)	EPA ASTM ED ASTM SA	3,34	16,0		8,0			0,01			

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA ASTM ED ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA ASTM ED ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA ASTM ED ASTM SA		

Échantillon nº 42 Type de résidus: boues rouges de la production d'alumine

Date de l'essai: février 1982

Remarques: brun rouille

Phase solide Matières solides totales: 56,8 % Matières solides volatiles: 8,4 %

PARAMÈTRE

Concentration (ppm)

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	SO_4	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	15	1,9	<0,03	<0,1	<0,03	0,9	<0,03	<0,1	0,05	326	10,85	4,0
	ED 20/1												
	SA 4/1	<1	165	<0,03	<0,1	0,05	<0,1	<0,03	<0,1	0,04	297	7,70	6,4
	SA 20/1												
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Libération (µg/g)	ED 4/1	60	7,6				3,6			0,20	1304		
	ED 20/1												
	SA 4/1		660			0,20				0,16	1188		
	SA 20/1												
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1												
	ED 20/1												
	SA 4/1												
	SA 20/1												
	LS 4/1												
	LS 20/1												

Échantillon n° 43 Type de résidus: boues rouges de la production d'alumine (déshydratées)

Date de l'essai: février 1982

Remarques: brun rouille

Phase solide Matières solides totales: 59,1 % Matières solides volatiles: 6,8 %

PARAMÊTRE

Concentration (ppm)

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	SO_4	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	168	0,80	<0,03	0,4	<0,03	<0,1	<0,03	<0,1	<0,03	55	12,05	4,9
	ED 20/1												
	SA 4/1	4	10,0	<0,03	0,4	<0,03	<0,1	<0,03	<0,1	<0,03	64	9,13	5,5
	SA 20/1												
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Libération (µg/g)	ED 4/1	672	3,2		1,6						220		
	ED 20/1												
	SA 4/1	16	40		1,6						256		
	SA 20/1												
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1												
	ED 20/1												
	SA 4/1												
	SA 20/1												
	LS 4/1												
	LS 20/1												

Échantillon nº 45 Type de résidus: sable bitumineux décontaminé provenant d'une raffinerie

Date de l'essai: février 1982

Remarques: brun clair

Phase solide Matières solides totales: 92,5 % Matières solides volatiles: 0,4 %

PARAMÈTRE

Concentration (ppm)

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ca	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn	COT	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	1,1	0,05	0,8	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,03	9,4	10,00	0,64
	ED 20/1	0,5	< 0,03	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	2,0	9,85	0,17
	SA 4/1	244	0,19	1,8	18,0	< 0,1	< 0,1	0,25		4,90	3,75
	SA 20/1	51	0,06	0,8	5,6	< 0,1	< 0,1	0,09		4,55	2,72
	LS 4/1										
	LS 20/1										
Libération (µg/g)	ED 4/1	4,4	0,20	3,2	0,8				37,6		
	ED 20/1	10		6,0					40,0		
	SA 4/1	976	0,76	7,2	72			1,0			
	SA 20/1	1020	1,20	16,0	112			1,8			
	LS 4/1										
	LS 20/1										
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1										
	ED 20/1										
	SA 4/1										
	SA 20/1										
	LS 4/1										
	LS 20/1										

Échantillon nº 47 Type de résidus: matériaux du lit d'une station génératrice alimentée au charbon, de type FBC (combustion sur lit fluide)

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: blancs et bruns

Phase solide Matières solides totales: 99,9 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu
Concentration (ppm)	< 0,5	12 400	82	59	< 30	< 0,05	443 000	11,1	14,6	19,2

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,09	0,7	0,001	0,10	0,16	< 0,005	1570	< 1	< 0,1	< 0,05	12,0	9,4
	ED 20/1	0,18	1,7	0,002	0,14	0,13	< 0,005	1530	< 1	< 0,1	< 0,05	12,1	8,7
	SA 4/1	< 0,05	< 0,5	0,003	0,14	0,16	< 0,005	2540	< 1	< 0,1	< 0,05	11,9	13,5
	SA 20/1	< 0,05	< 0,5	0,004	0,28	0,15	< 0,005	2580	1	< 0,1	< 0,05	11,8	13,8
	LS 4/1	< 0,05	< 0,5	0,001	0,19	0,37	< 0,005	5140	< 1	< 0,1	< 0,05	12,5	17,5
	LS 20/1	< 0,05	< 0,5	0,001	0,14	0,16	< 0,005	5200	< 1	< 0,1	< 0,05	12,0	18,2
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,36	2,8	< 0,01	0,40	0,64		6280					
	ED 20/1	3,6	34	0,04	2,80	2,60		30 600					
	SA 4/1			0,01	0,56	0,64		10 160					
	SA 20/1			0,08	5,60	3,00		51 600	20				
	LS 4/1			< 0,01	0,76	1,48		20 560					
	LS 20/1			0,02	2,80	3,20		104 000					
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,02	< 0,01	0,68			1,42					
	ED 20/1		0,18	0,05	4,75			6,92					
	SA 4/1			0,01	0,95			2,30					
	SA 20/1			0,10	9,50			11,7					
	LS 4/1			< 0,01	1,29			4,65					
	LS 20/1			0,02	4,75			23,5					

Échantillon n° 47 Type de résidus: matériaux de lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (ppm)	15 100	0,002	2850	2990	584	120	1500	44	430	12,5	0,06	26 900	96

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,1	0,000 03	10	< 0,1	< 0,1	3	< 20	< 0,5	6	< 0,05	< 0,001	< 0,5	3,55
	ED 20/1	< 0,1	0,000 09	10	< 0,1	< 0,1	3	< 20	< 0,5	< 5	< 0,05	< 0,001	< 0,5	1,43
	SA 4/1	< 0,1	< 0,000 02	< 10	< 0,1	< 0,1	< 2		< 0,5	< 5	< 0,05	< 0,001	< 0,5	3,89
	SA 20/1	< 0,1	< 0,000 02	20	< 0,1	< 0,1	< 2		< 0,5	< 5	< 0,05	< 0,001	< 0,5	1,60
	LS 4/1	< 0,1	< 0,000 02	30	< 0,1	< 0,1	< 2		< 0,5	9	< 0,05	< 0,001	< 0,5	3,96
	LS 20/1	< 0,1	0,000 03	20	0,3	< 0,1	< 2		< 0,5	8	< 0,05	< 0,001	< 0,5	2,12
Libération (µg/g)	ED 4/1		< 0,01	40			12			24				14,2
	ED 20/1		< 0,01	200			60							28,6
	SA 4/1													15,6
	SA 20/1			400										32,0
	LS 4/1			120						36				15,8
	LS 20/1		< 0,01	400	6,0					160				42,4
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		6,0	1,4			10			5,59				14,8
	ED 20/1		90,1	7,0			50							29,8
	SA 4/1													16,2
	SA 20/1			14,0										33,4
	LS 4/1			4,2						8,38				16,5
	LS 20/1		30,0	14,0	0,2					37,2				44,2

Échantillon nº 47 Type de résidus: matériaux de lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÊTRE	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	COT
Concentration (ppm)	514	25	35	79	<1	31,7	2,5	14	<5	0,81

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristiques mesurée	Conditions de l'essai	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	Cl	F	SO_4
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,05	0,06	<0,5	1,0	1,1	<0,2	<1	0,26	<0,1	39,8	<0,5	1380
	ED 20/1	<0,05	<0,05	<0,5	0,7	0,8	<0,2	<1	0,10	<0,1	10,0	<0,5	1560
	SA 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<1	0,20	<0,1	49,3	<0,5	12 800
	SA 20/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<1	0,06	<0,1	11,3	<0,5	1580
	LS 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<1	0,14	<0,1	58,7	<0,5	1650
	LS 20/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<1	0,32	<0,1	24,0	<0,5	1820
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,24		4	4,4			1,04		159		5520
	ED 20/1				14	16			2,00		200		31 200
	SA 4/1								0,80		197		51 200
	SA 20/1								1,20		226		31 600
	LS 4/1								0,56		235		6600
	LS 20/1								6,40		480		36 400
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,96		5,07				7,43				
	ED 20/1				17,7				14,3				
	SA 4/1								5,72				
	SA 20/1								8,58				
	LS 4/1								5,00				
	LS 20/1								43,7				

Échantillon n° 47 Type de résidus: matériaux de lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	
Concentration (ppm)	

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	TCN	NH_4	DCO	Sb
Concentration (mg/l)	ED 4/1	5	0,17	35	< 0,001
	ED 20/1	5	0,34	25	< 0,001
	SA 4/1	4	0,17		< 0,001
	SA 20/1	3	0,17		< 0,001
	LS 4/1	5	2,38		< 0,001
	LS 20/1	5	2,04		< 0,001
Libération (µg/g)	ED 4/1	20	0,68	140	
	ED 20/1	100	6,80	500	
	SA 4/1	16	0,68		
	SA 20/1	60	3,40		
	LS 4/1	20	9,52		
	LS 20/1	100	40,8		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1				
	ED 20/1				
	SA 4/1				
	SA 20/1				
	LS 4/1				
	LS 20/1				

Échantillon nº 48 Type de résidus: matériaux des filtres à sacs d'une station génératrice FBC alimentée au charbon

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: bruns

Phase solide Matières solides totales: 95,7 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu
Concentration (ppm)	< 0,5	71 800	300	121	445	10,1	147 000	16,3	203	112

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,30	1,7	0,006	4,99	0,51	<0,005	3020	1	0,6	0,18	11,15	11,0
	ED 20/1	<0,05	<0,5	0,016	0,71	0,36	<0,005	1170	2	0,2	<0,05	11,60	3,9
	SA 4/1	<0,05	<0,5	0,015	0,19	0,30	<0,005	3980	<1	<0,1	<0,05	11,25	13,1
	SA 20/1	<0,05	<0,5	0,017	9,60	0,14	<0,005	3240	<1	<0,1	<0,05	10,60	11,2
	LS 4/1	<0,05	<0,5	0,032	0,75	0,64	<0,005	4300	1	<0,1	<0,05	10,85	19,0
	LS 20/1	<0,05	25,5	0,086	3,92	0,29	0,043	3660	2	<0,1	<0,05	5,75	13,4
Libération (µg/g)	ED 4/1	1,2	6,8	0,02	20,0	2,04		12 080	4	2,42	0,72		
	ED 20/1			0,32	14,2	6,80		23 400	40	4,00			
	SA 4/1			0,06	0,76	2,00		15 920					
	SA 20/1			0,34	192	2,80		64 800					
	LS 4/1			0,13	3,00	2,56		17 200	4				
	LS 20/1		510	1,72	78,4	5,80	0,86	73 200	40				
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,01	<0,01	17,4	0,48		8,68	25,8	1,24	0,68		
	ED 20/1			<0,01	12,4	1,61		16,8	258	2,06			
	SA 4/1			<0,01	0,66	0,47		11,4					
	SA 20/1			<0,01	167	0,66		46,6					
	LS 4/1			0,01	0,65	0,61		12,3	25,8				
	LS 20/1		0,04	0,03	68,2	1,37	8,90	50,0	258				

Échantillon n° 48 Type de résidus: matériaux des filtres à sacs d'une station génératrice FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (ppm)	125 000	2150	13 100	3930	494	< 30	5300	180	2250	240	6,7	115 000	686

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,1	0,000 26	140	0,7	<0,1	8	40	<0,5	9	<0,05	<0,001	8,8	21,4
	ED 20/1	<0,1	0,000 14	30	0,7	<0,1	<2	<20	<0,5	<5	<0,05	<0,001	8,1	5,63
	SA 4/1	<0,1	0,000 14	150	0,3	<0,1	<2		<0,5	8	<0,05	<0,001	1,8	21,0
	SA 20/1	<0,1	0,000 15	30	<0,1	<0,1	<2		<0,5	9	<0,05	0,022	<0,5	4,44
	LS 4/1	<0,1	0,000 17	160	1,1	<0,1	<2		<0,5	11	<0,05	<0,001	1,9	22,7
	LS 20/1	23,2	0,000 23	40	37,1	4,3	<2		<0,5	7	<0,05	0,065	47,7	7,81
Libération (µg/g)	ED 4/1		<0,01	560	2,8		32	160		36			35,2	85,6
	ED 20/1		<0,01	600	14,0								162	112
	SA 4/1		<0,01	600	1,2					32			7,2	84,0
	SA 20/1		<0,01	600						180		0,44		88,8
	LS 4/1		<0,01	640	4,4					44			7,6	90,8
	LS 20/1	464	<0,01	800	742	86				140		1,30	934	156
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		<0,01	4,50	0,07			3,17		1,68			0,03	13,1
	ED 20/1		<0,01	4,82	0,37								0,15	17,2
	SA 4/1		<0,01	4,82	0,03					1,49			0,01	12,8
	SA 20/1		<0,01	4,82						8,39		6,89		13,6
	LS 4/1		<0,01	5,12	0,12					2,05			0,01	13,9
	LS 20/1	0,39	<0,01	6,41	19,8	18,3				6,63		20,3	0,86	23,9

Échantillon n° 48 Type de résidus: matériaux des filtres à sacs d'une station génératrice FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	COT
Concentration (ppm)	3900	236	229	122	69	108	6,5	195	<5	7500

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	Cl	F	SO_4
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,05	0,13	0,6	0,9	1,8	<0,2	<0,001	2,00	<0,05	3910	<0,5	1380
	ED 20/1	<0,05	0,07	<0,5	<0,5	0,4	<0,2	0,002	0,38	<0,05	780	<0,5	1590
	SA 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	0,001	1,70	<0,05	4250	<0,5	1420
	SA 20/1	<0,05	<0,05	0,6	<0,5	<0,1	<0,2	0,001	0,38	<0,05	815	<0,5	1400
	LS 4/1	<0,05	<0,05	0,6	<0,5	<0,1	<0,2	<0,001	1,70	<0,05	4120	<0,5	1630
	LS 20/1	<0,05	<0,05	0,7	<0,5	<0,1	<0,2	0,035	0,66	<0,05	1030	<0,5	1740
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,52	2,4	3,6	7,2			8,00		15 640		5520
	ED 20/1		1,40			8,0		0,04	7,60		15 600		31 800
	SA 4/1							0,004	6,80		17 000		5680
	SA 20/1			12,0				0,02	7,60		16 300		28 000
	LS 4/1			2,4					6,80		16 480		6520
	LS 20/1			14,0				0,70	13,2		20 600		34 800
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,23	1,10	3,1	10,9			4,30				
	ED 20/1		0,62			12,2		0,65	4,09				
	SA 4/1							0,06	3,64				
	SA 20/1			5,50				0,32	4,09				
	LS 4/1			1,10					3,64				
	LS 20/1			6,41				11,3	7,07				

Échantillon nº 48 Type de résidus: matériaux des filtres à sacs d'une station génératrice FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	
Concentration (ppm)	

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	TCN	NH_3	DCO
Concentration (mg/l)	ED 4/1	3	3,94	35
	ED 20/1	3	0,75	10
	SA 4/1	4	4,15	
	SA 20/1	5	1,90	
	LS 4/1	4	7,75	
	LS 20/1	7	3,74	
Libération (µg/g)	ED 4/1	12	15,8	140
	ED 20/1	60	15,0	200
	SA 4/1	16	16,6	
	SA 20/1	100	38,0	
	LS 4/1	16	31,0	
	LS 20/1	140	74,8	
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			
	ED 20/1			
	SA 4/1			
	SA 20/1			
	LS 4/1			
	LS 20/1			

Échantillon nº 49 Type de résidus: matériaux de lit d'une station génératrice FBC alimentée au charbon

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: blancs et bruns

Phase solide Matières solides volatiles: 99,1 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu
Concentration (ppm)	< 0,5	16 000	90	60	30	< 0,05	470 000	13,4	13,1	32,1

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,13	0,7	0,002	0,24	0,16	< 0,005	1530	< 1	< 0,1	< 0,05	12,20	8,0
	ED 20/1	0,27	1,1	0,001	21,6	0,20	< 0,005	1520	1	< 0,1	0,19	12,15	8,5
	SA 4/1	< 0,05	< 0,5	0,003	0,14	0,16	< 0,005	2580	< 1	< 0,1	< 0,05	12,10	12,0
	SA 20/1	< 0,05	< 0,5	0,031	1,18	0,16	< 0,005	2550	2	< 0,1	< 0,05	12,40	16,3
	LS 4/1	< 0,05	< 0,5	0,006	0,19	0,35	< 0,005	5350	< 1	< 0,1	< 0,05	12,00	19,0
	LS 20/1	< 0,05	< 0,5	0,019	0,10	0,16	< 0,005	5200	< 1	< 0,1	< 0,05	12,25	18,4
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,52	2,8	0,01	0,96	0,64		6120					
	ED 20/1	5,40	22	0,02	432	4,00		30 400	20		3,8		
	SA 4/1			0,01	0,56	0,64		10 320					
	SA 20/1			0,62	23,6	3,20		51 000	40				
	LS 4/1			0,02	0,76	1,40		21 400					
	LS 20/1			0,38	2,00	3,20		104 000					
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,02	0,01	1,61	2,15		1,31					
	ED 20/1		0,14	0,02	727	13,5		6,53	150		12,0		
	SA 4/1			0,01	0,94	2,15		2,22					
	SA 20/1			0,70	39,7	10,8		11,0	301				
	LS 4/1			0,03	1,28	4,71		4,60					
	LS 20/1			0,43	3,36	10,8		22,3					

Échantillon nº 49 Type de résidus: matériaux de lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÊTRE	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (ppm)	14 200	0,002	3850	4840	644	165	2200	51	880	< 5	0,07	37 100	98,1

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,1	< 0,000 02	20	0,3	< 0,1	3	< 20	0,5	6	< 0,05	0,001	< 0,5	5,67
	ED 20/1	< 0,1	0,000 03	10	< 0,1	< 0,1	4	< 20	0,5	6	< 0,05	0,001	< 0,5	2,08
	SA 4/1	< 0,1	0,000 11	20	< 0,1	< 0,1	< 2		0,5	< 5	< 0,05	0,001	< 0,5	6,14
	SA 20/1	< 0,1	0,000 03	20	< 0,1	< 0,1	< 2		0,5	7	< 0,05	0,001	< 0,5	2,12
	LS 4/1	< 0,1	0,000 08	40	< 0,1	< 0,1	< 2		0,5	10	< 0,05	0,001	42	6,21
	LS 20/1	< 0,1	0,000 11	30	< 0,1	< 0,1	< 2		0,5	8	0,10	0,001	< 0,5	2,25
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,4		80	1,2		12			24				22,7
	ED 20/1		< 0,01	200			80			120				41,6
	SA 4/1		< 0,01	80										24,6
	SA 20/1		< 0,01	400						140				42,4
	LS 4/1		< 0,01	160						40			168	24,8
	LS 20/1		< 0,01	600						160	2,0			45,0
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	< 0,01		2,10	0,03		7,34			2,75				23,3
	ED 20/1		30,3	5,24			48,9			13,8				42,8
	SA 4/1		22,2	2,10										25,3
	SA 20/1		30,3	10,5						16,1				43,6
	LS 4/1		16,2	4,19						4,59			0,46	25,6
	LS 20/1		111	15,7						18,4				46,3

Échantillon nº 49 Type de résidus: matériaux de lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	COT
Concentration (ppm)	465	22,2	50	106	<1	39,5	3	16	<5	34 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	Cl	F	SO_4
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	0,6	0,8	<0,2	0,001	0,14	<0,1	<0,5	<0,5	1270
	ED 20/1	<0,05	0,09	<0,5	1,2	1,4	<0,2	<0,001	0,08	<0,1	<0,5	<0,5	1480
	SA 4/1	<0,05	<0,05	0,5	<0,5	<0,1	<0,2	0,003	0,06	<0,1	8,1	<0,5	1330
	SA 20/1	<0,05	<0,05	0,5	<0,5	<0,1	<0,2	0,001	0,12	<0,1	8,1	<0,5	1280
	LS 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<0,001	0,12	<0,1	11,3	<0,5	1820
	LS 20/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	0,002	0,14	<0,1	11,3	<0,5	1860
Libération (µg/g)	ED 4/1				2,4	3,2		<0,01	0,56				5080
	ED 20/1		1,8		24	28			1,60				29 600
	SA 4/1			2,0				0,01	0,24		32,4		5320
	SA 20/1			10,0				0,02	2,40		162		25 600
	LS 4/1								0,48		45,2		7280
	LS 20/1							0,04	2,80		226		37 200
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1				2,29			0,13	3,53				
	ED 20/1		8,18		22,9				10,1				
	SA 4/1			4,0				0,40	1,51				
	SA 20/1			20,2				0,67	15,1				
	LS 4/1								3,03				
	LS 20/1							1,35	17,7				

Échantillon nº 49 Type de résidus: matériaux de lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE							
Concentration (ppm)							
Méthode de lessivage par lots multiples							
Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	TCN	NH_4	DCO	Sb	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	4	0,20	15	<0,001		
	ED 20/1	2	0,20	15	<0,001		
	SA 4/1	4	0,14		<0,001		
	SA 20/1	4	0,48		<0,001		
	LS 4/1	4	2,18		<0,001		
	LS 20/1	4	1,56		<0,001		
Libération (µg/g)	ED 4/1	16	0,80	60			
	ED 20/1	40	4,00	300			
	SA 4/1	16	0,56				
	SA 20/1	80	9,60				
	LS 4/1	16	8,72				
	LS 20/1	80	31,2				
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1						
	ED 20/1						
	SA 4/1						
	SA 20/1						
	LS 4/1						
	LS 20/1						

Échantillon nº 30 Type de résidus: matériaux de filtres à sacs d'une station génératrice FBC alimentée au charbon

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques:

Phase solide Matières solides totales: 97,0 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu
Concentration (ppm)	< 0,5	42 100	278	56	305	13,3	143 000	11,8	86	152

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,27	1,9	0,050	0,75	0,07	<0,005	1060	1	0,2	0,16	9,30	3,75
	ED 20/1	0,20	1,9	0,084	0,57	<0,05	<0,005	692	<1	<0,1	<0,05	9,15	1,90
	SA 4/1	<0,05	<0,5	0,082	1,60	0,17	<0,005	2320	<1	<0,1	<0,05	8,05	8,20
	SA 20/1	<0,05	<0,5	0,560	1,57	0,16	<0,005	2120	<1	<0,1	<0,05	7,00	7,50
	LS 4/1	<0,05	<0,5	0,195	2,65	0,29	0,098	4400	<1	<0,1	<0,05	7,30	13,0
	LS 20/1	<0,05	22,0	0,185	1,61	0,19	0,086	2760	<1	<0,1	<0,05	5,55	12,0
Libération (µg/g)	ED 4/1	1,08	7,6	0,20	3,00	0,28		4240	4	0,8	0,64		
	ED 20/1	4,00	38,0	1,68	11,4			13 840					
	SA 4/1			0,33	6,40	0,68		9280					
	SA 20/1			11,2	31,4	3,20		42 400					
	LS 4/1			0,78	10,6	1,16	0,39	17 600					
	LS 20/1		440	3,70	32,2	3,80	1,72	55 200					
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,02	0,07	5,52	0,09		3,06	34,9	0,96	0,43		
	ED 20/1		0,09	0,62	21,0			9,98					
	SA 4/1			0,12	11,8	0,23		6,69					
	SA 20/1			4,15	57,8	1,08		30,6					
	LS 4/1			0,29	19,5	0,39	3,04	12,7					
	LS 20/1		1,08	1,37	59,3	1,28	13,3	39,8					

Échantillon n° 50 Type de résidus: matériaux de filtres à sacs d'une station génératrice FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (ppm)	161 000	4,5	9000	3480	1080	< 30	2250	130	7670	78	4,45	87 700	345

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,1	0,000 05	120	2,70	< 0,1	8	50	< 0,5	6	< 0,05	< 0,001	2,5	5,07
	ED 20/1	< 0,1	0,000 09	30	0,30	< 0,1	4	< 20	< 0,5	< 5	< 0,05	< 0,001	< 0,5	1,74
	SA 4/1	< 0,1	0,000 21	140	19,4	0,3	< 2		< 0,5	6	< 0,05	0,020	< 0,5	6,81
	SA 20/1	< 0,1	0,000 33	50	26,8	3,3	< 2		< 0,5	5	< 0,05	0,055	51,1	3,28
	LS 4/1	4,1	0,000 09	160	74,9	5,0	< 2		< 0,5	7	< 0,05	0,045	< 0,5	9,04
	LS 20/1	16,4	0,000 03	50	43,4	6,1	< 2		< 0,5	< 5	< 0,05	0,038	118	4,81
Libération (µg/g)	ED 4/1		< 0,01	480	10,8		32	200		24			10	20,3
	ED 20/1		< 0,01	600	6,0		80							34,8
	SA 4/1		< 0,01	560	77,6	1,2				24		0,08		27,2
	SA 20/1		< 0,01	1000	536	66				100		1,10	1022	65,6
	LS 4/1	16,4	< 0,01	640	299	20				28		0,18		36,2
	LS 20/1	328	< 0,01	1000	868	122						0,76	2360	96,2
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		< 0,01	5,50	0,32			9,16		0,32			0,01	6,06
	ED 20/1		0,04	6,87	0,18									10,4
	SA 4/1		0,02	6,41	2,30	0,11				0,32		1,83		8,14
	SA 20/1		0,15	11,5	15,9	6,30				1,34		25,5	1,20	19,6
	LS 4/1	0,01	< 0,01	7,33	8,88	1,91				0,38		4,17		10,8
	LS 20/1	0,21	< 0,01	11,5	25,7	11,7						17,6	2,77	28,8

Échantillon n° 50 Type de résidus: matériaux de filtres à sacs d'une station génératrice FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	COT
Concentration (ppm)	2980	170	163	32	16	79,8	7,5	82	<5	20 800

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	Cl	F	SO_4
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,05	0,11	<0,5	0,9	1,3	<0,2	0,001	0,14	<0,1	1090	<0,5	1110
	ED 20/1	<0,05	0,10	<0,5	1,2	1,2	<0,2	<0,001	0,14	<0,1	231	<0,5	1360
	SA 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	0,008	0,20	<0,1	1220	<0,5	1130
	SA 20/1	<0,05	<0,05	0,6	<0,5	<0,1	<0,2	0,021	0,16	<0,1	294	<0,5	1160
	LS 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<0,001	0,22	<0,1	1220	<0,5	1480
	LS 20/1	<0,05	<0,05	0,6	<0,5	<0,1	<0,2	0,05	0,42	<0,1	294	<0,5	1410
Libération (µg/g)	ED 4/1		0,44		3,6	5,2		<0,01	0,56		4360		4440
	ED 20/1		2,0		24	24			2,80		4620		27 200
	SA 4/1							0,03	0,80		4880		4520
	SA 20/1			12				0,42	3,20		5880		23 200
	LS 4/1								0,88		4880		5920
	LS 20/1			12				1,00	8,40		5880		28 200
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,27		11,6	33,5		0,05	0,68				
	ED 20/1		1,21		77,3	155			3,52				
	SA 4/1							0,44	1,01				
	SA 20/1			7,59				5,77	4,02				
	LS 4/1								1,11				
	LS 20/1			7,59				13,8	10,4				

Échantillon n° 50 Type de résidus: matériaux de filtres à sacs d'une station génératrice FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE

Concentration (ppm)

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	TCN	NH_4	DCO	Sb
Concentration (mg/l)	ED 4/1	5	1,36	35	<0,001
	ED 20/1	5	0,48	20	<0,001
	SA 4/1	4	1,29		<0,001
	SA 20/1	4	0,14		<0,001
	LS 4/1	6	3,81		<0,001
	LS 20/1	9	3,04		<0,001
Libération (µg/g)	ED 4/1	20	5,44	140	
	ED 20/1	100	9,60	400	
	SA 4/1	16	5,16		
	SA 20/1	80	2,80		
	LS 4/1	24	15,2		
	LS 20/1	180	60,8		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1				
	ED 20/1				
	SA 4/1				
	SA 20/1				
	LS 4/1				
	LS 20/1				

Échantillon nº 51 Type de résidus: mélange 40/60 de matériaux de filtres à sacs - lit d'une station génératrice FBC alimentée au charbon

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques:

Phase solide Matières solides totales: 97,6 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu
Concentration (ppm)	<0,05	36 200	169	83,8	178	4,04	325 000	11	131	56,3

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,18	0,6	0,002	0,28	0,17	<0,005	2200	<1	0,1	0,17	12,45	10,2
	ED 20/1	<0,05	<0,5	0,004	0,14	0,16	<0,005	1720	<1	<0,1	<0,05	12,40	8,9
	SA 4/1	<0,05	<0,5	0,006	0,28	0,17	<0,005	3560	<1	<0,1	<0,05	12,10	16,1
	SA 20/1	<0,05	<0,5	0,009	<0,05	0,06	<0,005	3120	<1	<0,1	<0,05	12,10	12,5
	LS 4/1	<0,05	<0,5	0,011	0,29	0,33	<0,005	6110	<1	<0,1	<0,05	12,20	19,5
	LS 20/1	<0,05	<0,5	0,012	0,19	0,39	<0,005	5220	1	<0,1	<0,05	12,15	18,0
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,72	2,4	0,01	1,12	0,68		8800		0,4	0,68		
	ED 20/1			0,08	2,80	3,20		34 400					
	SA 4/1			0,02	1,12	0,68		14 240					
	SA 20/1			0,18		1,20		62 400					
	LS 4/1			0,04	1,16	1,32		24 440					
	LS 20/1			0,24	3,80	7,80		104 400	20				
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,01	0,01	1,37	0,39		2,78		0,31	1,24		
	ED 20/1			0,05	3,42	1,84		10,9					
	SA 4/1			0,01	1,37	0,39		4,49					
	SA 20/1			0,11		0,69		19,7					
	LS 4/1			0,03	1,42	0,76		7,71					
	LS 20/1			0,15	4,64	4,49		32,9	187				

Échantillon nº 51 Type de résidus: mélange de filtre à sacs - lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (ppm)	59 100	0,88	6950	3370	548	72	3020	98,4	1160	104	2,72	62 500	332

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,1	0,000 09	50	<0,1	<0,1	4	<20	<0,5	7	<0,05	<0,001	0,9	10,4
	ED 20/1	<0,1	0,000 11	20	<0,1	<0,1	2	<20	<0,5	<5	<0,05	<0,001	<0,5	3,45
	SA 4/1	<0,1	0,000 15	80	<0,1	<0,1	<2		<0,5	8	<0,05	<0,001	<0,5	13,1
	SA 20/1	<0,1	0,000 12	20	<0,1	<0,1	<2		<0,5	5	<0,05	<0,001	<0,5	4,27
	LS 4/1	<0,1	0,000 09	80	<0,1	<0,1	<2		<0,5	10	<0,05	0,005	<0,5	14,5
	LS 20/1	<0,1	0,000 09	30	0,7	0,1	<2		<0,5	8	<0,05	0,005	<0,5	5,03
Libération (µg/g)	ED 4/1		<0,01	200			16			28			3,6	41,6
	ED 20/1		<0,01	400			40							69,0
	SA 4/1		<0,01	320						32				52,4
	SA 20/1		<0,01	400						100				85,4
	LS 4/1		<0,01	320						40		0,02		58,0
	LS 20/1		<0,01	600	14					160		0,10		101
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,04	2,95			22,8			2,48			0,01	12,8
	ED 20/1		0,26	5,89			56,9							21,3
	SA 4/1		0,07	4,72						2,83				16,2
	SA 20/1		0,28	5,89						8,84				26,3
	LS 4/1		0,04	4,72						3,54		0,75		17,9
	LS 20/1		0,21	8,84	0,43					14,2		3,77		31,0

Échantillon nº 51 Type de résidus: mélange de filtre à sacs - lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	COT
Concentration (ppm)	1870	109	113	96,2	27,6	62,2	4,1	104	<5	7900

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ti	V	Zn	Co	Th	Zr	U	Li	Tl	Cl	F	SO_4
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	1,1	1,0	<0,2	<0,001	0,74	<0,1	1660	<0,5	1380
	ED 20/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	0,8	<0,2	0,001	0,38	<0,1	362	<0,5	1410
	SA 4/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	0,002	0,64	<0,1	1590	<0,5	1340
	SA 20/1	<0,05	<0,05	0,6	<0,5	<0,1	<0,2	0,002	0,44	<0,1	420	<0,5	1360
	LS 4/1	<0,05	<0,05	0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<0,001	0,80	<0,1	2030	<0,5	1600
	LS 20/1	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,1	<0,2	<0,001	0,38	<0,1	412	<0,5	1640
Libération (µg/g)	ED 4/1				4,4	4			2,96		6640		5520
	ED 20/1					16		0,02	7,60		7240		28 200
	SA 4/1							0,01	2,56		6360		5360
	SA 20/1			12				0,04	8,80		8400		27 200
	LS 4/1			2					3,20		8120		6400
	LS 20/1								7,60		8240		32 800
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1				4,68	14,8			2,90				
	ED 20/1					59,4		0,50	7,46				
	SA 4/1							0,20	2,51				
	SA 20/1			10,9				1,00	8,63				
	LS 4/1			1,82					3,14				
	LS 20/1								7,46				

Échantillon nº 51 Type de résidus: mélange de filtre à sacs - lit FBC

Date de l'essai: janvier 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE					
Concentration (ppm)					

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	TCN	NH_4	DCO	Sb
Concentration (mg/l)	ED 4/1	4	1,56	30	<0,001
	ED 20/1	4	0,54	10	<0,001
	SA 4/1	4	1,90		
	SA 20/1	3	0,54		
	LS 4/1	4	3,88		<0,001
	LS 20/1	3	2,58		<0,001
Libération (µg/g)	ED 4/1	16	6,24	120	
	ED 20/1	80	10,8	200	
	SA 4/1	16	7,60		
	SA 20/1	60	10,8		
	LS 4/1	16	15,5		
	LS 20/1	60	51,6		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1				
	ED 20/1				
	SA 4/1				
	SA 20/1				
	LS 4/1				
	LS 20/1				

Échantillon nº 52 Type de résidus: boues du tannage du cuir

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: mélange de boues primaires et de boues résiduelles activées d'une tannerie de cuir

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	S total
Concentration (ppm)	14 600

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Cr	Cu	Pb	Zn	Sn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,72	0,02	0,08	0,69	0,034	7,85	5,60
	ED 20/1	0,13	0,01	0,02	2,06	0,037	7,75	1,62
	SA 4/1	0,37	0,11	0,04	1,39	0,052	7,15	9,40
	SA 20/1	0,10	0,04	0,07	1,37	0,052	5,45	6,20
	LS 4/1	0,29	0,06	0,04	0,48	0,161	6,85	12,20
	LS 20/1	0,49	0,05	0,15	0,84	0,214	5,10	9,10
Libération (µg/g)	ED 4/1	2,88	0,08	0,32	2,76	0,22		
	ED 20/1	2,60	0,20	0,40	41,2	0,74		
	SA 4/1	1,48	0,44	0,16	5,56	0,21		
	SA 20/1	2,00	0,80	1,40	27,4	1,04		
	LS 4/1	1,16	0,24	0,16	1,92	0,64		
	LS 20/1	9,80	1,00	3,00	16,8	4,28		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1							
	ED 20/1							
	SA 4/1							
	SA 20/1							
	LS 4/1							
	LS 20/1							

Échantillon nº 53 Type de résidus: résidus de laine de cuivre

Date de l'essai: février 1982

Remarques: verts. Provenant d'une usine d'acide phosphorique. Le Cu sert à éliminer As lors de la production d'acide phosphorique

Phase solide Matières solides totales: 66,5 % Matières solides volatiles: 12,5 %

PARAMÈTRE	As	Cu
Concentration (ppm)	106 000	206 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	100	5557	3,30	16,9
	ED 20/1	20	1111	3,70	4,4
	SA 4/1	80	6761	3,50	17,2
	SA 20/1	18	1852	3,95	6,4
	LS 4/1	120	8613	3,40	18,5
	LS 20/1	26	2593	4,15	9,1
Libération (µg/g)	ED 4/1	400	22 228		
	ED 20/1	400	22 220		
	SA 4/1	320	27 044		
	SA 20/1	360	37 040		
	LS 4/1	480	34 452		
	LS 20/1	520	51 860		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,37	16,2		
	ED 20/1	0,37	16,2		
	SA 4/1	0,45	19,8		
	SA 20/1	0,31	27,1		
	LS 4/1	0,68	25,2		
	LS 20/1	0,74	37,9		

Échantillon n° 53 Type de résidus: résidus de laine de cuivre

Date de l'essai: février 1982

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide dans la méthode d'extraction EPA: 0,0 ml = 0,0 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	110	1042	3,80	4,40
	ASTM ED				
	ASTM SA				
Libération (µg/g)	EPA	2200	20 840		
	ASTM ED				
	ASTM SA				
Capacité de lessivage (%)	EPA	3,12	15,2		
	ASTM ED				
	ASTM SA				

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon n° 54 Type de résidus: boues de chlorate de sodium (non lavées)

Date de l'essai: février 1982

Remarques: noires. Boues provenant de la production de chlorate de sodium

Phase solide Matières solides totales: 58,8 % Matières solides volatiles: 25,4 %

PARAMÈTRE	As	Cu
Concentration (ppm)	360	693

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,22	0,08	11,30	30,5
	ED 20/1	0,12	< 0,03	11,05	13,9
	SA 4/1	0,32	0,14	6,90	48,0
	SA 20/1	0,33	0,24	6,20	18,0
	LS 4/1	0,51	16,0	6,55	51,0
	LS 20/1	0,72	5,04	6,00	22,0
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,88	0,32		
	ED 20/1	2,40			
	SA 4/1	1,28	0,56		
	SA 20/1	6,60	4,80		
	LS 4/1	2,04	64,0		
	LS 20/1	14,4	100		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,42	0,08		
	ED 20/1	1,13			
	SA 4/1	0,60	0,14		
	SA 20/1	3,12	1,18		
	LS 4/1	0,96	15,7		
	LS 20/1	6,80	24,7		

Échantillon nº 54 Type de résidus: boues de chlorate de sodium (non lavées)

Date de l'essai: février 1982

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide dans la méthode d'extraction EPA: 356 ml = 2,00 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	0,28	0,05	8,10	14,2
	ASTM ED				
	ASTM SA				
Libération (µg/g)	EPA	5,60	1,00		
	ASTM ED				
	ASTM SA				
Capacité de lessivage (%)	EPA	2,64	0,25		
	ASTM ED				
	ASTM SA				

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon n° 55 Type de résidus: boues de chlorate de sodium (lavées)

Date de l'essai: février 1982

Remarques: noires. Boues d'étang de la production de chlorate de sodium

Phase solide Matières solides totales: 36,5 % Matières solides volatiles: 10,4 %

PARAMÈTRE	As	Cu
Concentration (ppm)	450	340

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,26	<0,03	11,00	0,81
	ED 20/1	0,10	<0,03	10,85	0,32
	SA 4/1	0,24	0,05	7,35	5,40
	SA 20/1	0,29	0,10	6,50	5,20
	LS 4/1	14,0	14,0	6,95	8,10
	LS 20/1	0,61	4,83	6,15	8,60
Libération (µg/g)	ED 4/1	1,04			
	ED 20/1	2,00			
	SA 4/1	0,96	0,20		
	SA 20/1	5,80	2,00		
	LS 4/1	56,0	56,0		
	LS 20/1	12,2	96,6		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,63			
	ED 20/1	1,22			
	SA 4/1	0,58	0,16		
	SA 20/1	3,53	1,61		
	LS 4/1	34,1	45,1		
	LS 20/1	7,43	77,8		

Échantillon nº 55 Type de résidus: boues de chlorate de sodium (lavées)

Date de l'essai: février 1982

Remarques: suite de la page précédente - addition d'acide dans la méthode d'extraction EPA: 426 ml = 2,00 mé H^+/g de résidu

Méthode d'extraction EPA et essais de lessivage ASTM

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cu	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA	0,36	0,04		
	ASTM ED			8,30	6,00
	ASTM SA				
Libération (µg/g)	EPA	7,20	0,80		
	ASTM ED				
	ASTM SA				
Capacité de lessivage	EPA	4,38	0,64		
	ASTM ED				
	ASTM SA				

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Libération (µg/g)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		
Capacité de lessivage (%)	EPA		
	ASTM ED		
	ASTM SA		

Échantillon n° 56 Type de résidus: résidus du lessivage de cyanures

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: résidus obtenus par lessivage des cyanures dans le concentré de flottation. Remarque. - ER: eau de la rivière locale, avec As = 1,0 mg/l, Cr = 0,01 mg/l, Cu = 0,01 mg/l, Fe = 0,73 mg/l, Pb = 0,01 mg/l, Zn = 0,02 mg/l et TCN = 0,02 mg/l. Les concentrations données pour ER ont été diminuées des concentrations décelées dans l'agent de lessivage constitué d'eau locale

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	As	Cr	Cu	Fe	Hg	Pb	Zn	TCN
Concentration (ppm)	1680	96	100	137 000	32,6	56	344	1,71

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cr	Cu	Fe	Hg	Pb	Zn	TCN	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,01	<0,1	<0,03	0,6	0,001 90	<0,1	<0,03	1,57	7,35	2,50
	ED 20/1	<0,01	<0,1	<0,03	<0,1	0,001 13	<0,1	<0,03	0,11	7,10	0,90
	SA 4/1	<0,01	0,2	0,08	265	0,000 38	<0,1	2,24	0,11	5,05	6,60
	SA 20/1	0,03	0,2	0,16	11,0	0,000 38	<0,1	0,92	0,08	4,55	3,90
	ER 4/1	<0,01	<0,1	<0,03	0,17	0,001 20	<0,1	<0,03	3,01	7,50	2,45
	ER 20/1	<0,01	<0,1	<0,03	<0,01	0,000 88	<0,1	<0,03	0,39	7,10	0,85
Libération (µg/g)	ED 4/1				2,4	0,01			6,28		
	ED 20/1					0,02			2,20		
	SA 4/1		0,8	0,32	1060	<0,01		8,96	0,44		
	SA 20/1	0,6	4,0	3,20	220	0,01		18,4	1,60		
	ER 4/1				0,68	<0,01			12,0		
	ER 20/1					0,02			7,80		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1										
	ED 20/1										
	SA 4/1										
	SA 20/1										
	ER 4/1										
	ER 20/1										

Échantillon nº 57 Type de résidus: résidus du réservoir de flottation de sulfure en vrac

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: bruns. Note: ER = eau de la rivière locale, avec As = 1,0 mg/l, Cr = 0,01 mg/l, Cu = 0,01 mg/l, Fe = 0,73 mg/l, Pb = 0,01 mg/l, Zn = 0,02 mg/l et TCN = 0,02 mg/l. Les concentrations données pour les lessivats à ER sont diminuées des concentrations mesurées dans l'agent de lessivage constitué d'eau locale

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	As	Cr	Cu	Fe	Hg	Pb	Zn	TCN
Concentration (ppm)	90	24	41	11 000	28,4	3,0	30	0,137

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cr	Cu	Fe	Hg	Pb	Zn	TCN	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,07	0,8	2,21	97	0,000 37	0,4	1,70	0,20	2,80	1,40
	ED 20/1	0,04	0,2	0,49	36	0,000 34	0,1	0,50	0,17	2,90	0,72
	SA 4/1	0,09	0,6	2,15	87	0,000 47	< 0,1	1,82	0,21	4,25	2,90
	SA 20/1	0,05	0,2	0,38	31	0,000 42	< 0,1	0,43	0,18	4,45	2,60
	LS 4/1	0,04	0,4	2,96	37	0,000 45	< 0,1	1,40	0,17	3,00	0,93
	LS 20/1	0,01	0,1	0,53	10	0,000 13	< 0,1	0,31	0,15	3,45	0,35
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,28	3,2	8,84	388	< 0,01	1,6	6,80	0,80		
	ED 20/1	0,80	4,0	9,80	720	0,01	2,0	10,0	3,40		
	SA 4/1	0,36	2,4	8,60	348	< 0,01		7,28	0,84		
	SA 20/1	1,00	4,0	7,60	620	0,01		8,60	3,60		
	LS 4/1	0,16	1,6	11,8	148	< 0,01		5,60	0,68		
	LS 20/1	0,20	2,0	10,6	200	< 0,01		6,20	3,00		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1										
	ED 20/1										
	SA 4/1										
	SA 20/1										
	LS 4/1										
	LS 20/1										

Échantillon nº 58 Type de résidus: boues déshydratées provenant d'une station génératrice FGD (gaz combustible désulfurisé) alimentée au charbon

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: grises

Phase solide Matières solides totales: 68,5 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
Concentration (ppm)	< 0,5	43 300	290	250	2,69	177 000	6,4	24,9	50,2	46 900

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,005	0,33	0,013	2,48	<0,0005	575	0,02	0,10	0,032	0,17	12,75	5,25
	ED 20/1	<0,005	1,34	0,036	0,424	<0,0005	171	0,01	0,07	0,014	0,06	12,20	1,70
	SA 4/1	<0,005	0,50	7,61	0,269	<0,0005	1390	0,04	0,60	0,024	0,19	10,05	6,50
	SA 20/1	<0,005	3,20	5,70	0,166	<0,0005	1470	0,07	0,54	0,263	4,16	6,15	7,00
	LS 4/1	<0,005	2,37	23,1	0,083	0,0331	2170	0,07	1,06	0,757	3,45	6,95	11,60
	LS 20/1	<0,005	34,5	6,24	0,005	0,0071	1590	0,06	0,78	0,236	16,0	5,30	10,70
Libération (µg/g)	ED 4/1		1,32	0,05	9,92		2300	0,08	0,40	0,13	0,68		
	ED 20/1		26,8	0,72	8,48		3420	0,20	1,40	0,28	1,20		
	SA 4/1		2,00	30,4	1,08		5560	0,16	2,40	0,10	0,76		
	SA 20/1		64,0	114	3,32		29 400	1,40	10,8	5,26	83,2		
	LS 4/1		9,48	92,4	0,33	0,13	8680	0,28	4,24	3,03	13,8		
	LS 20/1		690	125		0,14	31 800	1,20	15,6	4,72	320		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		<0,01	0,03	5,79		1,90	1,83	2,35	0,37	<0,01		
	ED 20/1		0,09	0,36	4,95		2,82	4,56	8,21	0,81	<0,01		
	SA 4/1		0,01	15,3	0,63		4,59	3,65	14,1	0,28	<0,01		
	SA 20/1		0,22	57,4	1,94		24,3	31,9	63,3	15,3	0,26		
	LS 4/1		0,03	46,5	0,19	7,19	7,16	6,39	24,9	8,81	0,04		
	LS 20/1		2,33	62,8		7,71	26,2	27,4	91,5	13,7	1,00		

Échantillon n° 58 Type de résidus: boues FGD

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	8600	4580	183	<30	1200	43	370	40	134 000	80,3	1970	83,9	177

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (mg/l)	ED 4/1	44	<0,01	<0,01	0,6	10	0,08	1,1	<0,05	0,73	1,52	<0,005	0,015	0,06
	ED 20/1	10	<0,01	<0,01	0,3	2	<0,05	<0,6	<0,05	1,50	0,344	<0,005	0,054	<0,05
	SA 4/1	57	27,4	<0,01	0,9		0,16	1,7	<0,05	6,06	1,22	0,010	0,247	0,10
	SA 20/1	18	26,1	1,59	< 0,3		0,25	2,7	<0,05	29,8	0,506	0,016	0,071	0,35
	LS 4/1	82	51,7	2,15	0,9		0,31	4,5	<0,05	8,73	1,44	0,011	0,073	0,20
	LS 20/1	20	33,9	2,46	0,4		0,25	3,2	<0,05	43,8	0,437	0,098	0,300	0,59
Libération (µg/g)	ED 4/1	176			2,4	40	0,32	4,4		2,92	6,08		0,06	0,24
	ED 20/1	200			6,0	40				30,0	6,88		1,08	
	SA 4/1	228	110		3,6		0,64	6,8		24,2	4,88	0,04	0,99	0,40
	SA 20/1	360	522	31,8			5,00	54		596	10,1	0,32	1,42	7,00
	LS 4/1	328	207	8,60	3,6		1,24	18		34,9	5,76	0,04	0,29	0,80
	LS 20/1	400	678	49,2	8,0		5,00	64		876	8,74	1,96	6,00	11,8
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	2,99				4,87	1,09	1,74		<0,01	11,1		0,10	0,20
	ED 20/1	3,40				4,87				0,03	12,5		1,88	
	SA 4/1	3,87	3,49				2,17	2,68		0,03	8,87	<0,01	1,72	0,33
	SA 20/1	6,11	16,6	25,4			17,0	21,3		0,65	18,4	0,02	2,47	5,77
	LS 4/1	5,57	6,59	6,86			4,21	7,10		0,04	10,5	<0,01	0,51	0,66
	LS 20/1	6,79	21,6	39,3			17,0	25,3		0,95	15,9	0,15	10,4	9,73

Échantillon nº 58 Type de résidus: boues FGD

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Co	Th	Zr
Concentration (ppm)	< 5	< 1	58,3

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Co	Th	Zr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,05	< 0,01	< 0,05
	ED 20/1	< 0,05	0,04	< 0,05
	SA 4/1	0,06	< 0,01	< 0,05
	SA 20/1	0,08	< 0,01	< 0,05
	LS 4/1	< 0,05	< 0,01	< 0,05
	LS 20/1	0,10	< 0,01	< 0,05
Libération (µg/g)	ED 4/1			
	ED 20/1		0,08	
	SA 4/1	0,24		
	SA 20/1	1,60		
	LS 4/1			
	LS 20/1	2,00		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			
	ED 20/1			
	SA 4/1			
	SA 20/1			
	LS 4/1			
	LS 20/1			

Échantillon nº 61 Type de résidus: cendres de foyer provenant d'une station génératrice FGD alimentée au charbon

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: brun rouille

Phase solide Matières solides totales: 88,8 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
Concentration (ppm)	< 0,5	94 400	540	460	7,94	30 900	5,8	34,7	96,9	158 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,02	< 0,05	0,29	< 0,02	< 0,002	44,7	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05	7,65	0,33
	ED 20/1	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,002	15,0	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05	7,40	0,11
	SA 4/1	< 0,02	< 0,05	0,79	0,04	< 0,002	192	< 0,05	< 0,05	0,10	1,68	4,70	3,90
	SA 20/1	0,08	0,08	0,21	0,17	< 0,002	46,6	< 0,05	< 0,05	0,09	2,55	4,70	3,50
	LS 4/1	0,07	4,10	1,01	0,07	< 0,002	190	0,06	< 0,05	0,43	2,81	4,90	8,00
	LS 20/1	0,08	4,31	0,37	0,22	< 0,002	50,2	< 0,05	0,06	0,17	5,20	4,85	7,80
Libération (µg/g)	ED 4/1			1,16			179						
	ED 20/1						300						
	SA 4/1			3,16	0,16		768			0,40	6,72		
	SA 20/1	1,6	1,6	4,20	3,40		932			1,80	51,0		
	LS 4/1	0,28	16,4	4,04	0,28		760	0,24		1,72	11,2		
	LS 20/1	1,6	86,2	7,40	4,40		1004		1,2	3,40	104		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			0,24			0,65						
	ED 20/1						1,09						
	SA 4/1			0,66	0,04		2,80			0,46	< 0,01		
	SA 20/1		< 0,01	0,88	0,83		3,40			2,09	0,04		
	LS 4/1		0,02	0,84	0,07		2,77	4,66		2,00	0,01		
	LS 20/1		0,10	1,54	1,08		3,66		3,89	3,95	0,07		

Échantillon nº 61 Type de résidus: cendres de foyer FGD

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	15 500	4580	395	< 30	5600	92	850	130	224 000	407	5300	146	328

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 5	8,35	< 0,05	< 1	< 5	< 0,3	5	< 0,05	< 0,3	0,118	< 0,02	< 0,02	< 0,3
	ED 20/1	< 5	1,53	< 0,05	< 1	< 5	< 0,3	< 3	< 0,05	< 0,3	0,017	< 0,02	< 0,02	< 0,3
	SA 4/1	< 5	15,4	1,74	< 1		< 0,3	17	< 0,05	7,4	0,269	< 0,02	< 0,02	2,9
	SA 20/1	10	3,95	0,44	1		< 0,3	5	< 0,05	1,1	0,051	< 0,02	0,09	0,9
	LS 4/1	17	15,8	1,73	2		< 0,3	17	< 0,05	11,9	0,270	0,04	0,17	2,0
	LS 20/1	12	4,54	0,51	2		< 0,3	8	< 0,05	5,3	0,050	0,13	0,13	0,9
Libération (µg/g)	ED 4/1		33,4					20			0,47			
	ED 20/1		30,6								0,34			
	SA 4/1		61,6	6,96				68		29,6	1,08			11,6
	SA 20/1	200	79,0	8,80	20			100		22,0	1,02		1,80	18,0
	LS 4/1	68	63,2	6,92	8			68		47,6	1,08	0,16	0,68	8,0
	LS 20/1	240	90,8	10,2	40			160		106	1,00	2,60	2,60	18,0
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,82					2,65			0,13			
	ED 20/1		0,75								0,09			
	SA 4/1		1,51	1,98				9,01		0,01	0,30			3,98
	SA 20/1	1,45	1,94	2,51				13,3		0,01	0,28		1,39	6,18
	LS 4/1	0,49	1,55	1,97				9,01		0,02	0,30	< 0,01	0,52	2,75
	LS 20/1	1,74	2,23	2,91				21,2		0,05	0,28	0,06	2,01	6,18

Échantillon nº 61 Type de résidus: cendres de foyer FGD

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Co	Th	Zr
Concentration (ppm)	<5	13	159

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Co	Th	Zr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,3	<0,05	<0,3
	ED 20/1	<0,3	<0,05	<0,3
	SA 4/1	<0,3	<0,05	<0,3
	SA 20/1	0,5	0,60	<0,3
	LS 4/1	0,7	0,79	<0,3
	LS 20/1	0,7	0,71	<0,3
Libération (µg/g)	ED 4/1			
	ED 20/1			
	SA 4/1			
	SA 20/1	10,0	12,0	
	LS 4/1	2,8	3,16	
	LS 20/1	14,0	14,2	
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			
	ED 20/1			
	SA 4/1			
	SA 20/1		104	
	LS 4/1		27,4	
	LS 20/1		123	

Échantillon nº 62 Type de résidus: cendres volantes provenant d'une station génératrice FGD alimentée au charbon

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: brunes. Taille des particules < 150 µm

Phase solide Matières solides totales: 99,8 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
Concentration (ppm)	< 0,5	86 000	1320	490	10,6	20 300	15,2	127	94,6	91 200

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,02	5,84	116	0,10	< 0,002	525	< 0,05	0,29	< 0,04	< 0,05	9,90	4,10
	ED 20/1	< 0,02	2,67	31,0	0,09	< 0,002	455	< 0,05	0,08	< 0,04	< 0,05	9,85	2,35
	SA 4/1	< 0,02	56,7	163	0,36	0,018	850	0,78	1,57	0,46	16,1	6,25	8,10
	SA 20/1	< 0,02	39,1	36,7	0,17	0,027	581	0,23	1,06	0,49	17,2	5,70	5,90
	LS 4/1	< 0,02	197	164	0,55	0,129	1050	0,85	5,60	4,06	167	6,15	12,00
	LS 20/1	< 0,02	59,1	41,4	0,21	0,041	630	0,20	1,59	1,01	44,8	5,90	8,10
Libération (µg/g)	ED 4/1		23,4	464	0,40		2100		1,16				
	ED 20/1		53,4	620	1,80		9100		1,60				
	SA 4/1		227	652	1,44	0,07	3400	3,12	6,28	1,84	64,4		
	SA 20/1		782	734	3,40	0,54	11 620	4,60	21,2	9,80	344		
	LS 4/1		788	656	2,20	0,52	4200	3,40	22,4	16,2	668		
	LS 20/1		1182	828	4,20	0,82	12 600	4,00	31,8	20,2	896		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,03	35,2	0,08		10,4		0,91				
	ED 20/1		0,06	47,0	0,37		44,9		1,26				
	SA 4/1		0,26	49,5	0,29	0,68	16,8	20,6	4,95	1,95	0,07		
	SA 20/1		0,91	55,7	0,69	5,10	57,3	30,3	16,7	10,4	0,38		
	LS 4/1		0,92	49,8	0,45	4,88	20,7	22,4	17,7	17,2	0,73		
	LS 20/1		1,38	62,8	0,86	7,75	62,2	26,4	25,1	21,4	0,98		

Échantillon nº 62 Type de résidus: cendres volantes provenant d'une station génératrice FGD alimentée au charbon

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	19 200	5140	243	40	10 700	119	1080	150	246 000	331	5270	201	738

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (mg/l)	ED 4/1	139	50,0	0,07	9	296	< 0,3	< 3	< 0,05	< 0,3	3,06	< 0,02	0,08	< 0,3
	ED 20/1	29	12,1	< 0,05	2	61	< 0,3	< 3	< 0,05	< 0,3	2,05	< 0,02	0,05	< 0,3
	SA 4/1	173	78,6	13,0	2		1,6	5	0,15	30,8	6,45	0,45	0,30	8,2
	SA 20/1	41	17,8	3,16	< 1		0,4	4	0,10	17,1	2,55	0,42	0,25	2,2
	LS 4/1	198	84,8	16,0	5		1,6	29	0,35	72,7	8,35	5,24	3,08	8,9
	LS 20/1	45	20,1	3,64	< 1		0,4	3	< 0,05	25,1	2,94	0,61	0,44	2,3
Libération (µg/g)	ED 4/1	556	200	0,28	36	1184					12,2		0,32	
	ED 20/1	580	242		40	1220					41,0		1,00	
	SA 4/1	692	314	52,0	8		6,4	20	0,60	123	25,8	1,80	1,20	32,8
	SA 20/1	820	356	63,2			8,0	80	2,00	342	51,0	8,40	5,00	44,0
	LS 4/1	792	339	64,0	20		6,4	116	1,40	291	33,4	20,9	12,3	35,6
	LS 20/1	900	402	72,8			8,0	60		502	58,8	12,2	8,80	46,0
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	2,90	3,90	0,12	90,1	11,1					3,70		0,16	
	ED 20/1	3,03	4,72		100	11,4					12,4		0,50	
	SA 4/1	3,61	6,13	21,4	20,0		5,39	1,85	0,40	0,05	7,81	0,03	0,60	4,45
	SA 20/1	4,28	6,94	26,1			6,73	7,42	1,34	0,14	15,4	0,16	2,49	5,97
	LS 4/1	4,13	6,61	26,4	50,1		5,39	10,8	0,93	0,12	10,1	0,40	6,14	4,83
	LS 20/1	4,70	7,83	30,0			6,73	5,56		0,20	17,8	0,23	4,39	6,24

Échantillon nº 62 Type de résidus: cendres volantes FGD

Date de l'essai: mars 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Co	Th	Zr
Concentration (ppm)	14	13	150

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Co	Th	Zr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
	ED 20/1	< 0,3	0,10	< 0,3
	SA 4/1	0,4	0,25	< 0,3
	SA 20/1	< 0,3	0,15	< 0,3
	LS 4/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
	LS 20/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
Libération (µg/g)	ED 4/1			
	ED 20/1		2,0	
	SA 4/1	1,6	1,0	
	SA 20/1		3,0	
	LS 4/1			
	LS 20/1			
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			
	ED 20/1		15,4	
	SA 4/1	11,5	7,70	
	SA 20/1		23,1	
	LS 4/1			
	LS 20/1			

Échantillon nº 63 Type de résidus: boues provenant d'une station génératrice FGD alimentée au charbon

Date de l'essai: avril 1982

Remarques: beiges

Phase solide Matières solides totales: 72,3 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
Concentration (ppm)	<0,5	1350	119	50	<0,05	165 000	3,2	<1	18,8	1730

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<0,02	0,43	19,4	<0,02	< 0,002	643	<0,05	0,06	<0,04	<0,05	8,70	2,15
	ED 20/1	<0,02	<0,05	4,08	<0,02	< 0,002	601	<0,05	<0,05	<0,04	<0,05	8,65	1,85
	SA 4/1	<0,02	6,22	19,2	<0,02	< 0,002	1610	0,05	0,07	<0,04	1,92	6,55	5,64
	SA 20/1	<0,02	4,23	4,02	<0,02	< 0,002	1220	<0,05	<0,05	<0,04	2,21	6,00	5,50
	LS 4/1	<0,02	8,98	17,4	<0,02	< 0,002	1820	<0,05	0,11	0,06	7,98	6,20	10,90
	LS 20/1	<0,02	2,72	3,99	<0,02	< 0,002	1430	<0,05	<0,05	<0,04	3,28	5,90	10,10
Libération (µg/g)	ED 4/1		1,72	77,6			2572		0,24				
	ED 20/1			81,6			12 020						
	SA 4/1		24,9	76,8			6440	0,20	0,28		7,68		
	SA 20/1		84,6	80,4			24 400				44,2		
	LS 4/1		35,9	69,6			7280		0,44	0,24	31,9		
	LS 20/1		54,4	79,8			28 600				65,6		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		0,18	90,2			2,16						
	ED 20/1			94,8			10,1						
	SA 4/1		2,55	89,2			5,40	8,64			0,61		
	SA 20/1		8,67	93,4			20,3				3,53		
	LS 4/1		3,68	80,9			6,10			2,55	2,55		
	LS 20/1		5,57	92,7			24,0				5,24		

Échantillon n° 63 Type de résidus: boues FGD

Date de l'essai: avril 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (ppm)	300	783	34,6	<30	100	13	280	<5	4300	14,7	81	0,9	15

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn
Concentration (mg/l)	ED 4/1	<5	20,4	0,71	<1	<5	<0,3	<3	<0,05	<0,3	0,240	<0,02	<0,02	<0,3
	ED 20/1	<5	3,78	0,21	<1	<5	<0,3	<3	<0,05	<0,3	0,100	<0,02	<0,02	<0,3
	SA 4/1	<5	23,3	1,50	<1		<0,3	<3	<0,05	<0,3	0,613	<0,02	<0,02	0,3
	SA 20/1	<5	9,51	0,56	<1		<0,3	<3	<0,05	<0,3	0,237	<0,02	<0,02	<0,3
	LS 4/1	<5	22,2	1,41	<1		<0,3	3	<0,05	0,5	0,674	0,10	<0,02	<0,3
	LS 20/1	<5	8,28	0,54	<1		<0,3	<3	<0,05	<0,3	0,267	0,09	<0,02	<0,3
Libération (µg/g)	ED 4/1		81,6	2,84							0,96			
	ED 20/1		75,6	4,20							2,00			
	SA 4/1		93,2	6,00							2,45			1,2
	SA 20/1		190	11,2							4,74			
	LS 4/1		88,8	5,64				12		2,0	2,70	0,4		
	LS 20/1		166	10,8							5,34	1,8		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1		14,4	11,4							9,03			
	ED 20/1		13,4	16,8							18,8			
	SA 4/1		16,5	23,9							23,1			11,1
	SA 20/1		33,6	44,8							44,6			
	LS 4/1		15,7	22,5				5,93		0,06	25,4	0,68		
	LS 20/1		29,2	43,2							50,2	3,07		

Échantillon nº 63 Type de résidus: boues FGD

Date de l'essai: avril 1982

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Co	Th	Zr
Concentration (ppm)	< 5	< 1	< 5

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Co	Th	Zr
Concentration (mg/l)	ED 4/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
	ED 20/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
	SA 4/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
	SA 20/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
	LS 4/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
	LS 20/1	< 0,3	< 0,05	< 0,3
Libération (µg/g)	ED 4/1			
	ED 20/1			
	SA 4/1			
	SA 20/1			
	LS 4/1			
	LS 20/1			
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1			
	ED 20/1			
	SA 4/1			
	SA 20/1			
	LS 4/1			
	LS 20/1			

Échantillon nº 64 Type de résidus: résidus de cyanures et d'arsenic provenant du traitement de l'effluent d'une mine d'or

Date de l'essai: septembre 1982

Remarques: bruns. Note: EB = eau de bassin, pH = 7,8 % avec 0,16 mg/l TCN

Phase solide Matières solides totales: 13,8 % Matières solides volatiles: 9,1 %

PARAMÈTRE	As	Cu	Fe	Ni	Zn	TCN
Concentration (ppm)	62 000	35 700	305 000	2140	2400	0,35

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	As	Cu	Fe	Ni	Zn	TCN	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1								
	ED 20/1	0,18	0,04	0,03	0,02	0,012	0,02	7,4	0,24
	SA 4/1								
	SA 20/1	0,10	79,0	0,29	9,80	9,80	< 0,02	4,8	4,30
	EB 4/1								
	EB 20/1	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,005	< 0,005	0,15	7,7	2,05
Libération (µg/g)	ED 4/1								
	ED 20/1	3,6	0,8	0,6	0,4	0,24	0,4		
	SA 4/1								
	SA 20/1	2,0	1580	5,8	196	196			
	EB 4/1								
	EB 20/1			0,6					
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1								
	ED 20/1	0,04	0,02	< 0,01	0,13	0,07			
	SA 4/1								
	SA 20/1	0,02	32,0	0,01	66,1	59,0			
	EB 4/1								
	EB 20/1			< 0,01					

Échantillon nº 67 Type de résidus: boues de filtres à sacs d'une station génératrice FGD alimentée au charbon

Date de l'essai: février 1983

Remarques: grises

Phase solide Matières solides totales: 99,8 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Al	As	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Ni
Concentration (ppm)	51 500	103	8690	108 000	50	133	40 600	6000	26 700	30

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	As	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Ni	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	50	0,530	0,19	158	0,2	0,09	0,5	483	0,1	<0,1	11,9	55,0
	ED 20/1	38	0,095	0,02	294	0,1	<0,01	0,1	91	0,1	<0,1	11,2	16,0
	SA 4/1	34	0,198	1,65	452	0,1	0,01	0,2	483	0,1	<0,1	11,4	54,0
	SA 20/1	<0,1	0,230	0,11	567	<0,1	0,02	0,1	100	305	<0,1	8,5	18,2
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Libération (µg/g)	ED 4/1	200	2,12	0,76	632	0,8	0,36	2,0	1932	0,4			
	ED 20/1	760	1,90	0,60	5880	2,0		2,0	1820	2,0			
	SA 4/1	136	0,79	6,60	1808	0,4	0,04	0,8	1932	0,4			
	SA 20/1		4,60	2,20	11 340		0,40	2,0	2000	6100			
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,39	2,06	0,01	0,59	1,60	0,27	<0,01	32,2	<0,01			
	ED 20/1	1,48	1,84	0,01	5,44	4,00		<0,01	30,3	0,01			
	SA 4/1	0,26	0,77	0,08	1,67	0,80	0,03	<0,01	32,2	<0,01			
	SA 20/1		4,47	0,03	10,5		0,30	<0,01	33,3	22,9			
	LS 4/1												
	LS 20/1												

Échantillon nº 67 Type de résidus: boues de filtres à sacs FGD

Date de l'essai: février 1983

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Se	Si	Sr	V	Zn	SO_4
Concentration (ppm)	15	108 000	3530	111	110	290 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Se	Si	Sr	V	Zn	SO_4
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,93	41	21	4,6	0,13	37 800
	ED 20/1	0,40	2,4	21	0,42	< 0,01	7700
	SA 4/1	0,78	16	23	3,4	0,20	35 600
	SA 20/1	0,47	86	32	1,1	0,30	9300
	LS 4/1						
	LS 20/1						
Libération (µg/g)	ED 4/1	3,72	164	84	18,4	0,52	151 200
	ED 20/1	8,00	48	420	8,4		154 000
	SA 4/1	3,12	64	92	13,6	0,80	142 000
	SA 20/1	9,40	1720	640	22,0	6,00	186 000
	LS 4/1						
	LS 20/1						
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	24,8	0,15	2,38	16,6	0,47	52,1
	ED 20/1	53,3	0,04	11,9	7,57		53,1
	SA 4/1	20,8	0,06	2,61	12,3	0,73	49,1
	SA 20/1	62,7	1,59	18,1	19,8	5,45	64,1
	LS 4/1						
	LS 20/1						

Échantillon n° 68 Type de résidus: boues solidifiées provenant d'une station génératrice FGD alimentée au charbon

Date de l'essai: février 1983

Remarques: grises

Phase solide Matières solides totales: 69 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Al	As	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Ni
Concentration (ppm)	54 800	13,5	2990	116 000	43	151	46 200	5800	30 300	43

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Al	As	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Ni	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	38	1,15	0,90	38	< 0,1	0,06	0,3	210	0,1	< 0,1	11,85	35,0
	ED 20/1	29	0,480	0,11	42	< 0,1	0,02	0,1	45	0,1	< 0,1	11,40	16,9
	SA 4/1	42	0,445	0,87	75	0,1	0,07	0,2	210	0,6	< 0,1	10,15	53,0
	SA 20/1	< 0,1	0,252	0,27	578	0,1	0,06	< 0,1	52	244	< 0,1	7,20	18,9
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Libération (µg/g)	ED 4/1	152	4,60	3,60	152		0,24	1,2	840	0,4			
	ED 20/1	580	9,60	2,20	840		0,40	2,0	900	2,0			
	SA 4/1	168	1,78	3,48	300	0,4	0,28	0,8	840	2,4			
	SA 20/1		5,04	3,40	11 560	2,0	1,20		1040	4880			
	LS 4/1												
	LS 20/1												
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,40	49,4	0,17	0,19		0,23	< 0,01	5,25	< 0,01			
	ED 20/1	1,53	103	0,11	1,05		0,38	0,01	22,5	0,01			
	SA 4/1	0,44	19,1	0,17	0,37	1,35	0,27	< 0,01	21,0	0,01			
	SA 20/1		54,1	0,26	14,4	6,74	1,15		26,0	23,3			
	LS 4/1												
	LS 20/1												

Échantillon nº 68 Type de résidus: boues FGD solidifiées

Date de l'essai: février 1983

Remarques: suite de la page précédente

Phase solide Matières solides totales: Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Se	Si	Sr	V	Zn	SO_4
Concentration (ppm)	14	152 000	3870	104	130	481 000

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Se	Si	Sr	V	Zn	SO_4
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,50	13	3,1	4,1	0,06	40 400
	ED 20/1	0,19	17	1,9	0,72	0,27	7400
	SA 4/1	0,40	1,2	3,1	3,0	0,09	37 300
	SA 20/1	0,17	28	23	0,17	0,06	7970
	LS 4/1						
	LS 20/1						
Libération (µg/g)	ED 4/1	2,00	52	12,4	16,4	0,24	161 600
	ED 20/1	3,80	340	38,0	14,4	5,40	148 000
	SA 4/1	1,60	4,8	12,4	12,0	0,36	150 000
	SA 20/1	3,40	560	460	3,4	1,20	159 400
	LS 4/1						
	LS 20/1						
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	20,7	0,05	0,46	22,9	0,27	48,7
	ED 20/1	39,3	0,32	1,42	20,1	6,02	44,6
	SA 4/1	16,6	< 0,01	0,46	16,7	0,40	45,2
	SA 20/1	35,2	0,53	17,2	4,74	1,34	48,0
	LS 4/1						
	LS 20/1						

Échantillon nº 70 Type de résidus: charbon de bois imprégné

Date de l'essai: août 1983

Remarques: charbon de bois usé provenant de cartouches de masques à gaz, R.M.S. Kingston

Phase solide Matières solides totales: 92,3 % Matières solides volatiles:

PARAMÈTRE	Ag	Cr total	Cr^6	Cu	Pb	Zn
Concentration (ppm)	139*	27 000	-	68 000	12,0	34,0

* Lixiviation à l'eau régale et digestion à l'acide nitrique et H_2O_2

Méthode de lessivage par lots multiples

Caractéristique mesurée	Conditions de l'essai	Ag	Cr total	Cr^6	Cu	Pb	Zn	pH (unités)	Conductivité (mS/cm)
Concentration (mg/l)	ED 4/1	0,012	255	272	5,1	< 0,10	0,60	7,90	2,39
	ED 20/1	0,005	122	136	0,9	< 0,10	< 0,10	7,80	1,00
	SA 4/1	0,010	177	173	8,1	< 0,10	0,30	7,45	6,69
	SA 20/1	0,014	15	15	210	< 0,10	0,40	5,80	4,83
	LS 4/1	0,037	232	225	112	< 0,10	0,20	7,20	12,02
	LS 20/1	0,030	88	88	1634	< 0,10	0,70	5,50	9,62
Libération (µg/g)	ED 4/1	0,05	1020	1088	20		2,4		
	ED 20/1	0,10	2440	2720	18				
	SA 4/1	0,04	708	692	32		1,2		
	SA 20/1	0,28	300	300	4200		8,0		
	LS 4/1	0,15	928	900	448		0,8		
	LS 20/1	0,60	1760	1760	32 680		14		
Capacité de lessivage (%)	ED 4/1	0,04	4,1	-	0,03		7,6		
	ED 20/1	0,08	9,8	-	0,03				
	SA 4/1	0,03	2,8	-	0,05		3,8		
	SA 20/1	0,22	1,2	-	6,69		25		
	LS 4/1	0,12	3,7	-	0,71		2,5		
	LS 20/1	0,47	7,1	-	52,1		45		